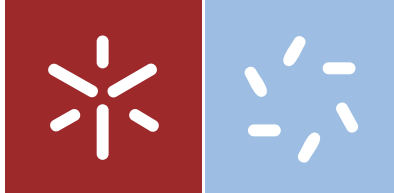


Universidade do Minho  
Escola de Ciências

António Jorge da Costa Morgado Martins

Relatório de atividade profissional





Universidade do Minho  
Escola de Ciências

António Jorge da Costa Morgado Martins

Relatório de atividade profissional

Ao abrigo do despacho RT-38/2011

Mestrado em Ciências - Formação Contínua de Professores  
Área de especialização Física e Química

Trabalho realizado sob a orientação da  
Professora Doutora Anabela Gomes Rolo

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Doutora Anabela Gomes Rolo pela disponibilidade e solícito acompanhamento (orientação) prestado, durante a elaboração deste relatório.

Agradeço à minha família, em particular aos meus filhos e minha esposa, pela paciência evidenciada em momentos de maior preocupação, pela compreensão da ausência e pelo apoio e ânimo que me deram para a realização deste trabalho.



Mestrado em Ciências – Formação Contínua de Professores

Área de especialização em Física e Química

Relatório da atividade Profissional

Ao abrigo do Despacho RT-38/2011

RESUMO

O presente relatório expõe a experiência profissional relevante do autor, nas vertentes científicas e pedagógica, enquanto Professor de Física e Química, ao longo de cerca de 19 anos de serviço, por forma a obter o grau de mestre em Ciências – Formação Contínua de Professores – Área de Especialização em Física e Química.

No enquadramento científico aborda-se especificamente a temática sobre “Cinemática no contexto do programa de Física do 11º ano de escolaridade – movimento em uma dimensão e movimento em um plano”, com apresentação de exemplos exploratórios criados em ambiente computacional, com o *software* Modellus. Pretende-se com esta temática atualizar e reforçar a componente de formação científica, nomeadamente na área da física. No que concerne à prática pedagógica, são apresentados e discutidos alguns dos projetos desenvolvidos no decurso da atividade profissional, com o intuito de contribuir para a melhoria do processo ensino/aprendizagem. De seguida, referem-se as ações de formação realizadas, como formador e formando, discutindo-se a sua importância para a melhoria do desempenho nas vertentes científica e pedagógica.

Por fim é feita uma breve reflexão sobre o percurso profissional do autor.

**Master's Degree in Science – Teachers' Lifelong Training**

**Specialized field of Physics and Chemistry,**

**Report of Professional activity**

Under the order RT-38/2011

**ABSTRACT**

This report focuses on the relevant professional experience of the author in the scientific and pedagogical aspects, whilst Physics and Chemistry teacher, through 19 years of service, in order to obtain the degree of Master of Science-Continued Teacher Training - Physics and Chemistry Specialization Field.

The scientific framework of this content addresses specifically in the context of “Kinematics in physics program at the 11th grade level – movement in one dimension and movement in a plan”, with exploratory examples created in computational environment, with the Modellus software.

With this subject we intend to update and improve scientific knowledge, particularly in the area of physics. Regarding the teaching practice, some of the projects developed in the course of professional activity are presented and discussed, in order to contribute to the improvement of the teaching / learning process. The training actions taken as a trainer but as a trainee as well, are also referred to next. Their importance to the improvement of performance in scientific and pedagogical aspects is addressed in this report.

Finally there is a brief reflection on the professional career of the author.

## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE DE TABELAS (RELATIVAS AO TEXTO) .....	x
PARTE 1 – ENQUADRAMENTO CIENTÍFICO DA ATIVIDADE DESENVOLVIDA.....	- 1 -
CINEMÁTICA NO CONTEXTO DO PROGRAMA DE FÍSICA DO 11º ANO DE ESCOLARIDADE – MOVIMENTO EM UMA DIMENSÃO E MOVIMENTO EM UM PLANO. ....	- 1 -
1. INTRODUÇÃO .....	- 1 -
2. BREVE DESCRIÇÃO HISTÓRICA SOBRE O MOVIMENTO SEGUNDO ARISTÓTELES, GALILEU E NEWTON ..	- 2 -
Figura 6: Estudo do movimento com auxílio de um plano inclinado. ....	- 6 -
3. MOVIMENTO NUM PLANO .....	- 12 -
3.1. POSIÇÃO DE UM PONTO MATERIAL ATRAVÉS DAS COORDENADAS CARTESIANAS NUM REFERENCIAL .....	- 12 -
3.2. TRAJETÓRIA DE UM CORPO.....	- 13 -
3.3. DISTÂNCIA PERCORRIDA SOBRE A TRAJETÓRIA E DESLOCAMENTO .....	- 14 -
3.4. RAPIDEZ MÉDIA E VELOCIDADE MÉDIA.....	- 16 -
3.5. VELOCIDADE (INSTANTÂNEA) .....	- 18 -
3.6. MOVIMENTO DE UM CORPO DE ACORDO COM A RESULTANTE DAS FORÇAS E AS CONDIÇÕES INICIAIS DO MOVIMENTO .....	- 20 -
3.6.1. ACELERAÇÃO CONSTANTE – ACELERAÇÃO MÉDIA E INSTANTÂNEA .....	- 21 -
3.6.2. CORPOS EM QUEDA LIVRE.....	- 23 -
3.6.3. QUEDA NA VERTICAL COM EFEITO DE RESISTÊNCIA DO AR APRECIÁVEL – MOVIMENTOS RETILÍNEOS ACELERADO E RETARDADO – ACELERAÇÃO VARIÁVEL -, E UNIFORME – VELOCIDADE TERMINAL. ....	- 29 -
3.6.4. MOVIMENTO RETILÍNEO NUM PLANO INCLINADO.....	- 31 -
3.7. MOVIMENTO DE UM PROJÉTL COM EFEITO DE RESISTÊNCIA DO AR DESPREZÁVEL.....	- 32 -
3.7.1. LANÇAMENTO OBLÍQUO - COMPOSIÇÃO DE DOIS MOVIMENTOS (UNIFORME E UNIFORMEMENTE VARIADO) – EXTENSÃO AOS CONTEÚDOS DO 11º ANO DE ESCOLARIDADE .....	- 33 -
3.7.2. LANÇAMENTO HORIZONTAL – COMPOSIÇÃO DE DOIS MOVIMENTOS (UNIFORME E UNIFORMEMENTE ACELERADO) .....	- 35 -
3.8. MOVIMENTO CIRCULAR .....	- 38 -

3.8.1. MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME – VELOCIDADE LINEAR, VELOCIDADE ANGULAR, ACELERAÇÃO, PERÍODO E FREQUÊNCIA.....	- 40 -
3.8.2. MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORMEMENTE VARIADO – EXTENSÃO AOS CONTEÚDOS DO 11º ANO DE ESCOLARIDADE.....	- 43 -
3.9. DESENVOLVIMENTO DE ALGUNS CONTEÚDOS COM O <i>SOFTWARE</i> MODELLUS.....	- 45 -
PARTE 2 – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE PROJETOS DESENVOLVIDOS E COMPETÊNCIAS ADQUIRIDAS .....	- 46 -
1. INTRODUÇÃO .....	- 46 -
2. APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DESENVOLVIDOS NO ÂMBITO DA FÍSICA E/OU DA QUÍMICA DO ENSINO BÁSICO E DO ENSINO SECUNDÁRIO .....	- 47 -
3. TRABALHOS PRÁTICOS/LABORATORIAIS.....	- 55 -
PARTE 3 – FORMAÇÃO .....	- 58 -
1. INTRODUÇÃO .....	- 58 -
2. FORMAÇÃO CONTÍNUA.....	- 58 -
3. ATIVIDADE COMO FORMADOR .....	- 63 -
PARTE 4 – REFLEXÃO SOBRE O PRECURSO PROFISSIONAL .....	- 65 -
1. TRABALHO NO ÂMBITO DA PREPARAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES LETIVAS.....	- 65 -
2. AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS DOS ALUNOS .....	- 66 -
3. CONTRIBUTO PARA A VIDA DA ESCOLA E PARTICIPAÇÃO NAS ESTRUTURAS DE ORIENTAÇÃO EDUCATIVA E NOS ÓRGÃOS DE GESTÃO .....	- 67 -
CONCLUSÃO .....	- 68 -
BIBLIOGRAFIA .....	- 69 -
APÊNDICES.....	- 73 -
APÊNDICE A – Atividades exploratórias com o <i>software</i> Modellus, de alguns dos conteúdos abordados na parte 1 do relatório (enquadramento científico) – item 3.9.....	- 73 -
APÊNDICE B – Alguns trabalhos práticos/laboratoriais desenvolvidos (conteúdo correspondente ao item 3 da parte 2). .....	- 90 -
ANEXOS.....	- 110 -
ANEXO A – Dedução, por integração, das equações do movimento; gráfico $v = v(t)$ . .....	- 110 -
ANEXO B – Força de resistência do ar. ....	- 112 -
ANEXO C – Velocidade terminal do movimento de um corpo através de um fluido. ....	- 113 -
ANEXO D – Tipo de movimento num lançamento oblíquo. ....	- 113 -

ANEXO E – Dedução da expressão que permite determinar o módulo da aceleração normal. ....	- 114 -
ANEXO F – Posição angular e características do vetor velocidade angular.....	- 115 -
ANEXO G – Anexos 1 a 14 correspondentes ao item 3 da parte 2 do relatório.....	- 115 -
ANEXO H – Anexos 1 a 25 correspondentes à parte 3 do relatório.....	- 138 -
ANEXO I – Relativo à parte 4 do relatório – reflexão sobre o percurso profissional. ....	- 167 -

## ÍNDICE DE FIGURAS (RELATIVAS AO TEXTO)

Figura 1: Busto de Aristóteles .....	2 -
Figura 2: Modelo aristotélico do universo. ....	3 -
Figura 3: Gráfico que traduz o módulo da velocidade de queda de dois corpos .....	4 -
Figura 4: Movimento de uma seta explicado por Aristóteles. ....	5 -
Figura 5: Galileu Galilei, por Justus Sustermans 1636. [5] .....	5 -
Figura 6: Estudo do movimento com auxílio de um plano inclinado.....	6 -
Figura 7: Trajetória de um projétil de acordo com a teoria do impetus. [6] .....	7 -
Figura 8: Experiência idealizada por Galileu para demonstrar o princípio de inércia.....	8 -
Figura 9: Retrato de Isaac Newton em 1689 (idade 46) por Godfrey Kneller. [10] .....	9 -
Figura 10: Folha de rosto de <i>Principia</i> , primeira edição (1686/1687).....	10 -
Figura 11: Coordenadas cartesianas ( $x_P$ , $y_P$ , $z_P$ ) de um ponto P .....	13 -
Figura 12: Trajetória de um ponto (material). ....	14 -
Figura 13: Trajetória curvilínea sobre a qual se definiu uma origem (zero). ....	14 -
Figura 14: Trajetória de uma partícula, espaço percorrido, $s$ , e deslocamento, $\Delta \vec{r}$ .....	15 -
Figura 15: Gráfico $x(t)$ para um gato em movimento – (a) – e trajetória associada – (b). ....	16 -
Figura 16: Movimento retilíneo de uma partícula no eixo $Ox$ . ....	17 -
Figura 17: Deslocamento de uma partícula e respectivos vetores posição.....	18 -
Figura 18: Representação da velocidade de uma partícula com as respectivas componentes escalares no eixo $xOy$ . ....	19 -
Figura 19: Determinação do valor algébrico da velocidade em três instantes diferentes.....	20 -
Figura 20: Representação do movimento de uma partícula material em função resultante das forças aplicadas. ....	21 -
Figura 21: Representação do vetor $\vec{a}_m$ num movimento retilíneo .....	22 -
Figura 22: Representação do vetor $\vec{a}$ num movimento curvilíneo variado. ....	23 -
Figura 23: Representação estroboscópica do movimento de queda livre de dois corpos. ....	24 -
Figura 24: Representação do movimento de queda livre de uma partícula. ....	25 -
Figura 25: Representação gráfica da equação 16. ....	26 -
Figura 26: Movimentos retilíneos – uniforme e uniformemente variado.....	28 -
Figura 27: Queda com resistência do ar não desprezável. ....	30 -
Figura 28: Movimento de translação de um corpo e forças aplicadas.....	31 -

Figura 29: Independência dos movimentos num projétil. ....	32 -
Figura 30: Lançamento oblíquo. ....	33 -
Figura 31: Lançamento horizontal. ....	36 -
Figura 32: Trajetória real do projétil. ....	38 -
Figura 33: Resultante faz forças num movimento curvilíneo. ....	38 -
Figura 34: Aceleração tangencial e normal. ....	40 -
Figura 35: Descrição do movimento circular. ....	40 -
Figura 36: Aceleração num movimento circular uniforme. ....	42 -
Figura 37: Resultante das forças e velocidade num movimento circular uniforme. ....	43 -
Figura 38: Alguns alunos na atividade. ....	48 -
Figura 39: Alunos durante o desenvolvimento das atividades do clube. ....	48 -
Figura 40: Alguns alunos na atividade. ....	49 -
Figura 41: Atividade “Roboparty” e robô construído. ....	49 -
Figura 42: Sagração de campeão nacional de Dança Robótica Júnior. ....	50 -
Figura 43: Desenvolvimento das atividades. ....	50 -
Figura 44: Alunos a participar nas atividades desenvolvidas por alunos mais velhos. ....	52 -
Figura 45: Espaço físico onde decorreu a “exposição” – biblioteca escolar. ....	53 -
Figura 46: Participação de alunos e outras pessoas, na atividade. ....	53 -
Figura 47: Participação dos alunos numa visita de estudo. ....	54 -
Figura 48: Método Científico. ....	56 -

#### ÍNDICE DE TABELAS (RELATIVAS AO TEXTO)

Tabela 1 – Componentes escalares da aceleração, velocidade e posição ao longo do tempo, para um movimento retilíneo uniformemente variado. ....	27 -
Tabela 2 – Componentes escalares da aceleração, velocidade e posição ao longo do tempo, para um movimento retilíneo uniforme. ....	27 -
Tabela 3 – Características dos movimentos componentes do lançamento oblíquo. ....	34 -
Tabela 4 – Características dos movimentos componentes do lançamento horizontal. ....	36 -
Tabela 5 – Ações de formação creditadas. ....	58 -

## PARTE 1 – ENQUADRAMENTO CIENTÍFICO DA ATIVIDADE DESENVOLVIDA

CINEMÁTICA NO CONTEXTO DO PROGRAMA DE FÍSICA DO 11º ANO DE ESCOLARIDADE – MOVIMENTO EM UMA DIMENSÃO E MOVIMENTO EM UM PLANO.

### 1. INTRODUÇÃO

O entendimento e domínio do Universo que nos cerca sempre foi uma das preocupações principais do ser humano. Assim os fundamentos da Física são um marco no ensino e aprendizagem desta ciência, permitindo o desenvolvimento de processos tecnológicos que estão na base da expansão tecnológica da nossa sociedade, através da relação entre as leis e os fenómenos físicos do dia-a-dia.

Necessitamos compreender, explicar e prever a ocorrência dos fenómenos naturais, e fazemo-lo criando modelos do Universo, de acordo com o momento em que se encontra o desenvolvimento da ciência. A Física é um património cooperativo em constante evolução.

O movimento é uma característica fundamental da vida e é um dos fenómenos mais comuns no dia-a-dia, podendo ser observado (e analisado) nas mais variadas situações, desde o mais ou menos caótico trânsito das nossas cidades até à agitação constante de átomos e moléculas e à movimentação de galáxias. Tendo sido um dos fenómenos mais estudados pela Física, deu origem à Mecânica.

No contexto do ensino da Física no 11º ano de escolaridade, concretamente na unidade 1 – “Movimentos na Terra e no Espaço” [1] –, é feita uma abordagem que relaciona os diferentes aspetos do movimento e repouso dos corpos – estudam-se alguns aspetos da Mecânica, analisando as características do movimento de um corpo (análise Cinemática) de acordo com a resultante das forças e as condições iniciais (análise Dinâmica). Estas disposições são o foco do enquadramento científico do presente relatório.



## 2. BREVE DESCRIÇÃO HISTÓRICA SOBRE O MOVIMENTO SEGUNDO ARISTÓTELES, GALILEU E NEWTON

### O CONHECIMENTO SEGUNDO ARISTÓTELES.

Aristóteles (384 – 322 a.C.) foi um filósofo grego, aluno de Platão. Os seus escritos abrangem diversos assuntos, como a física, a metafísica, as leis da poesia e do drama, a música, a lógica, a retórica, o governo, a ética, a biologia e a zoologia. Juntamente com Platão e Sócrates (professor de Platão), Aristóteles é visto como um dos fundadores da filosofia ocidental [2]. Em 335 a.C. Aristóteles, em Atenas funda o Liceu, uma escola filosófica cujos membros se reuniam no local e que tinha cursos regulares, de manhã e à tarde (pela manhã, os discursos do filósofo eram esotéricos, isto é, direcionados a um público interno, mais restrito, com maiores e mais avançados conhecimentos sobre lógica, física, metafísica; os discursos da tarde – chamados exotéricos - destinavam-se ao público em geral e diziam respeito a temas mais acessíveis, como retórica, política, literatura).

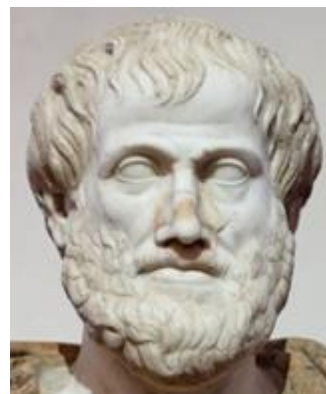


Figura 1: Busto de Aristóteles  
Cópia romana de uma escultura de Lísipo. [3]

Aristóteles quis explicar tudo, definiu quais eram as boas explicações, o que é o conhecimento e como o alcançar. Tendo definido a sua origem como aquilo que se capta através dos sentidos, graças à abstração. A observação era o fundamento da sua ciência. Através do senso comum e da análise dos dados proporcionados pelos sentidos elaborou concepções sobre o universo e os fenómenos físicos que viriam a resultar numa ciência qualitativa e conceptual impregnada de erros inevitáveis como a crença na imobilidade da Terra.

Para Aristóteles a matemática só permitia alcançar um conhecimento quantitativo acidental, não revelando a substância dos fenómenos, impedindo o alcance da verdade universal. Aristóteles desdenhava o conhecimento técnico, pois este era baseado na experiência prática do ensaio e do erro e não permitia uma elevação até às causas e aos princípios.

Para Aristóteles o cosmo era um conjunto de esferas em rotação colocadas umas dentro das outras, sendo compostas por um material eterno, incorruptível e transparente chamado éter ou quinta-essência, estando todos os astros – planetas Lua e Sol – incrustados nalguma destas esferas, que eram postas em movimento a partir do extremo do universo finito (a esfera das estrelas fixas) através de um “motor” identificado com a divindade e que arrastava as esferas contíguas entre as quais se encontravam as esferas planetárias. A esfera

lunar constituía o limite que dividia o universo em duas grandes regiões, o mundo esférico com movimentos circulares perfeitos dos céus e o caos próprio da Terra que ocupava o centro deste modelo (geocêntrico) do universo – figura 2.

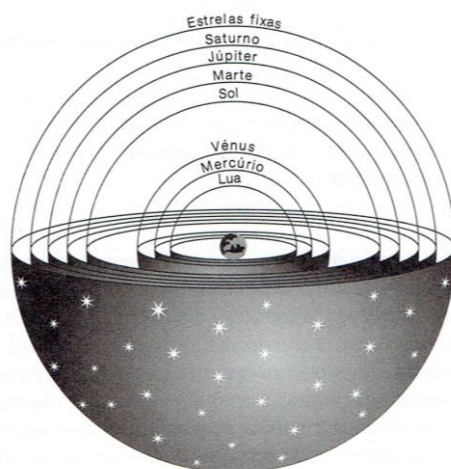


Figura 2: Modelo aristotélico do universo.

Dentro da região que constituía o mundo terrestre ou sublunar, os corpos que eram frios e secos eram na sua maioria constituídos por terra, os que eram frios e húmidos eram na sua maioria constituídos por água, aqueles que eram quentes e húmidos formados por ar e os que eram quentes e secos formados por fogo. Assim, qualquer corpo tinha um lugar natural - altura natural ou distância ao centro da Terra - que estava associado à proporção em que os “quatro elementos” entravam na sua composição. Desta forma, Os lugares naturais do fogo e do ar eram sempre por cima do lugar natural da água e o deste acima do da terra.

Aristóteles estabelecia a distinção entre movimento e repouso, considerando que se trata de estados absolutos radicalmente diferenciados, e entre dois tipos de movimento: os naturais – explicados pela tendência interior de cada elemento para ocupar o seu lugar natural – aqueles que os cinco elementos (ar, água, terra, fogo e éter) manifestam, sendo o movimento do éter eterno e circular, manifestando, os restantes, um movimento retilíneo em sentido ascendente (ar e fogo) ou descendente (água e terra); e os violentos, produzidos de forma não natural (por ação de uma força) e que tendem a afastar o corpo do seu lugar natural.

Como os corpos constituídos essencialmente por terra ou água tinham de cair para o solo (ficando os constituídos por água a flutuar sobre os constituídos por terra), os corpos com maior peso caíam mais rapidamente (o que era corroborado pela experiência quotidiana), sendo a velocidade de queda, aparentemente constante e proporcional ao peso<sup>1</sup> - figura 3.

---

<sup>1</sup> Da sua análise de corpos em movimento concluiu, pelo modo como os corpos caem dentro de água, que a velocidade de um corpo em queda é uniforme, proporcional ao seu peso, e seria infinita na ausência de um meio resistente ao movimento.

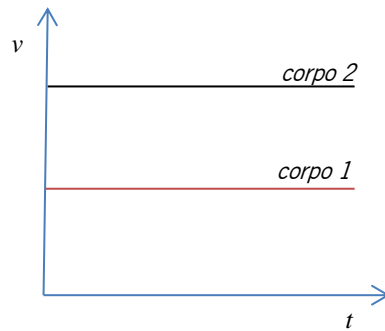


Figura 3: Gráfico que traduz o módulo da velocidade de queda de dois corpos de peso diferente (peso do corpo 1 menor do que o peso do corpo 2), de acordo com a concepção de Aristóteles.

Aristóteles advogava que a velocidade de queda era inversamente proporcional à força de resistência do meio (o que não se verifica porque a velocidade terminal é inversamente proporcional à raiz quadrada da secção transversa de um objeto esférico, que é uma medida da resistência experimentada durante o movimento no ar).

Aristóteles considerava natural os corpos mais pesados caírem mais rapidamente do que os mais leves, não só no ar como também no vazio, embora tivesse encontrado um dilema que é explicar o porquê da diferença de velocidades no vazio, onde não há resistência do ar. À falta de uma explicação razoável para resolver esta dificuldade, concluiu que o vazio não pode existir na natureza. Classificou este facto como o horror ao vácuo da natureza. Um tal horror ajudaria de resto, segundo alguns seguidores de Aristóteles, a explicar a queda dos graves no ar: quando uma pedra cai, tenderia a criar vazio atrás de si e, como a natureza tem repulsa pelo vácuo, o ar precipitar-se-ia rapidamente atrás da pedra, impulsionando-a na sua queda. Assim, estranhamente, o meio não só atuava manifestando resistência ao movimento como também era o motor do mesmo.<sup>2</sup>

Foi também através do horror ao vazio que Aristóteles explicou por que motivo uma seta consegue fazer um percurso horizontal tão grande quando é lançada com um arco. Depois de deixar o contacto com o arco, para evitar o vazio, que se formaria na cauda da seta, o ar da frente iria rapidamente ocupar esse vazio de modo que a turbulência gerada impulsionaria a seta para diante – figura 4.

<sup>2</sup> A pedra grande criaria momentaneamente um vazio maior, caindo por isso mais depressa (esta explicação está basicamente errada, mas uma pedra pesada chega, de facto, ao chão primeiro do que uma pedra leve semelhante devido apenas à diferente resistência experimentada durante o movimento – acontece que uma pedra maior tem maior velocidade terminal e quanto maior for a velocidade terminal mais depressa a pedra cai).

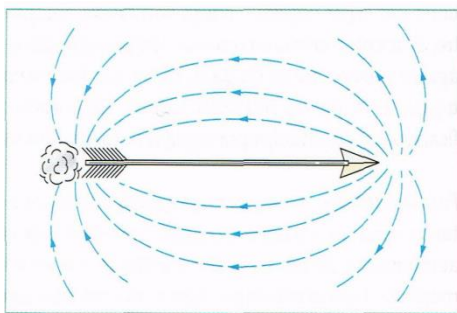


Figura 4: Movimento de uma seta explicado por Aristóteles.

## O CONHECIMENTO SEGUNDO GALILEU.

Galileo Galilei (1564 – 1642) foi um físico, matemático, astrônomo e filósofo italiano. Desenvolveu os primeiros estudos sistemáticos do movimento uniformemente acelerado e do movimento do pêndulo. Descobriu a lei dos corpos em queda e enunciou o princípio da inércia e o conceito de referencial inercial, ideias precursoras da mecânica newtoniana.

A principal contribuição de Galileu foi para o método científico, pois a ciência assentava numa metodologia aristotélica [4].

Galileu, opondo-se aos métodos comuns da época, baseados principalmente na obra de Aristóteles, e inspirando-se em figuras como Arquimedes, caracterizava a sua atividade científica pelo recurso a experiências e observações e pela sistematização das uniformidades da natureza mediante leis matemáticas que tentava expor.

Galileu confiava no poder dos factos para contestar as teorias vigentes e para fazer tremer as doutrinas aristotélicas. Para isso usava a experimentação e observação cuidada – provocava os fenómenos que observava e tentava controlar as variáveis mais relevantes, construindo os instrumentos e o cenário necessário, de forma a realizar medições da maneira mais precisa possível, podendo repetir e aperfeiçoar as experiências para fundamentar ou rejeitar as suas hipóteses, corrigindo e/ou adaptando a lei matemática que julgava descrever o fenómeno, estabelecendo a correlação exata entre as variáveis analisadas através da interpretação dos dados experimentais, que, posteriormente testava fazendo previsões e novas experiências para corroborar (ou não) a previsão.

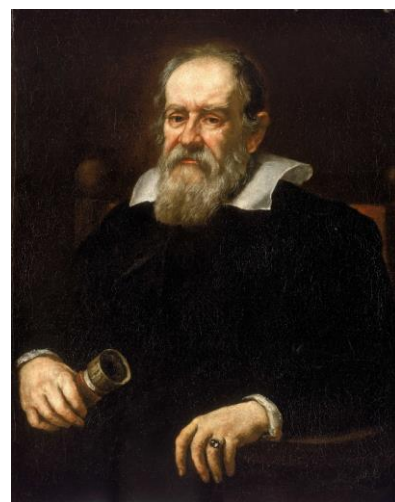


Figura 5: Galileu Galilei, por Justus Sustermans 1636. [5]

Galileu introduziu a ciência do movimento ou cinemática, estabelecendo as bases para o estudo do movimento uniforme e uniformemente acelerado e conseguiu estabelecer corretamente a trajetória parabólica de um projétil, destacando-se ainda, as suas reflexões sobre o princípio de inércia (que Newton elevou a primeira Lei).

Na obra que escreveu, intitulada “Discursos e demonstrações matemáticas, em torno de duas novas ciências relativas à mecânica e aos movimentos locais” estão compiladas as três ideias principais: a sua definição de movimento uniforme e de movimento uniformemente acelerado e a trajetória parabólica de projéteis.

Em relação ao movimento uniforme, define a velocidade uniforme e retilínea, explicitando a relação entre o espaço percorrido e o tempo gasto a percorrê-lo, tendo concluído que o espaço percorrido é diretamente proporcional ao tempo gasto e à velocidade.

No que diz respeito ao movimento uniformemente acelerado, Galileu considerava uma correlação entre o espaço percorrido e o quadrado do tempo, estabelecendo que a velocidade aumenta proporcionalmente com o tempo no caso de movimentos de queda naturais, sendo necessário considerar a velocidade inicial caso esta fosse distinta de zero, e prescindindo da resistência do meio. Conclui que o espaço percorrido na queda é diretamente proporcional ao quadrado dos tempos. Conclui ainda que a constante de proporcionalidade é a aceleração - no caso da queda livre será a aceleração da gravidade ( $g$ ). Galileu infere assim as leis dos espaços e da velocidade da queda de um grave abandonado a partir do repouso.

Estudou estes rápidos movimentos recorrendo a planos inclinados – figura 6 – com inclinação gradualmente maior, e, que no limite, tende para a verticalidade. Usou um método de medição do tempo baseado num relógio de água e marcou a posição de uma esfera no plano inclinado em intervalos de tempo iguais, tendo verificado que as distâncias percorridas durante os intervalos de tempo eram proporcionais ao quadrado do tempo gasto a percorrê-las, mantendo-se esta relação para inclinações crescentes do plano, o que conduz à conclusão que esta correlação tem de acontecer na queda livre.

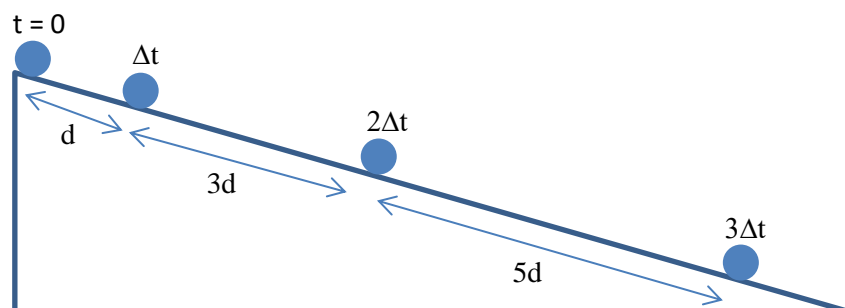


Figura 6: Estudo do movimento com auxílio de um plano inclinado.

Na figura observa-se que numa unidade de tempo a esfera percorre uma unidade de distância; em duas unidades de tempo percorre quatro unidades de distância ( $1+3$ ); em três unidades de tempo percorre nove unidades de distância ( $1+3+5$ ) ... isto significa que os espaços percorridos apresentam sempre a mesma relação com os quadrados dos tempos ( $1^2, 2^2, 3^2, \dots$ )

No caso da trajetória de projéteis, que era explicada por alguns matemáticos da época recorrendo à teoria do *impetus* (teoria apresentada pelo filósofo francês Jean Buridan – ca. 1300-1358), isto é, uma força que pode ser aplicada aos corpos e que vai sendo diminuída pelo atrito do meio, e que explicava o movimento de um projétil em três partes – inicialmente o movimento era retilíneo, caracterizado pela força aplicada; de seguida o *impetus* era progressivamente equilibrado pela gravidade, originando uma trajetória semicircular; finalmente o projétil caía verticalmente – figura 7.

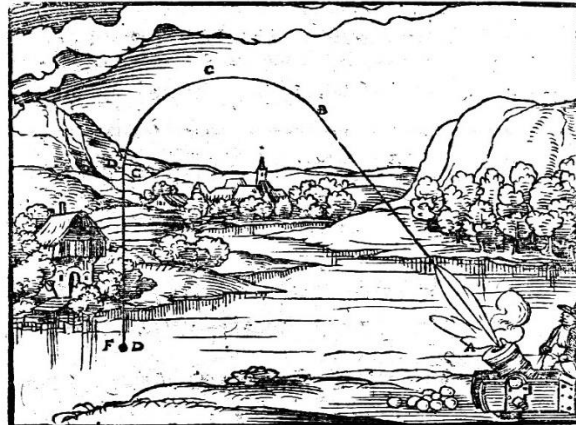


Figura 7: Trajetória de um projétil de acordo com a teoria do impetus. [6]

Galileu concebeu uma experiência em que uma esfera se move com movimento uniforme numa superfície plana, atingindo a extremidade num dado momento. Concluiu que a partir desse momento o movimento da esfera passará a ter duas componentes claramente distinguíveis: a componente horizontal que continuará a ser um movimento uniforme, percorrendo espaços iguais em tempos iguais, e a componente vertical com um movimento uniformemente acelerado com distâncias percorridas proporcionais aos quadrados dos tempos, de forma que a combinação dos dois movimentos originará uma trajetória parabólica, na ausência de qualquer resistência, podendo-se analisar o movimento decompondo-o em dois, estudando-os de forma independente.

A noção de movimento continuamente uniforme está relacionada com o princípio de inércia que Galileu deduziu para refutar a ideia de repouso e movimento como estados absolutos proposta por Aristóteles, mostrando a equivalência entre movimento retilíneo uniforme e repouso concluindo que as experiências propostas por Aristóteles que mostravam que a Terra estava imóvel não serviam para nada pois o facto de uma pedra largada do cimo de uma torre cair na vertical acontece quer a Terra esteja imóvel ou em movimento.

Galileu idealizou a experiência ilustrada pela figura 8, para demonstrar o princípio de inércia: não existindo atrito, a inércia do movimento levará a esfera a atingir sempre a mesma altura no segundo plano inclinado, independentemente da sua inclinação, e, para uma situação limite em que a inclinação do segundo plano inclinado é zero, a prosseguir em movimento indefinidamente (Galileu chegou a uma conclusão incorreta considerando que o movimento infinito seria circular, pois tal fazia sentido num mundo esférico e finito como o que continuava a conceber).

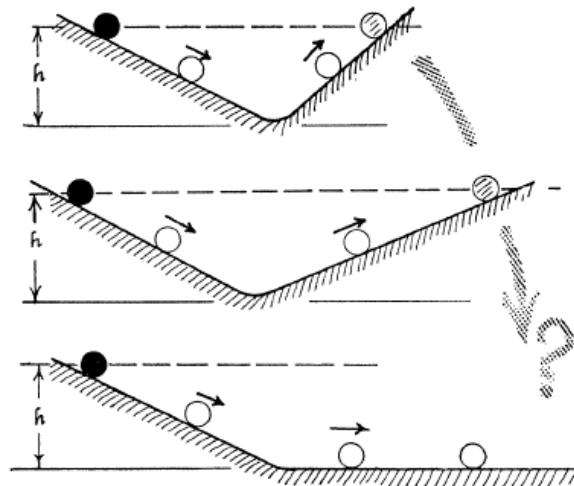


Figura 8: Experiência idealizada por Galileu para demonstrar o princípio de inércia. [7]

Na época de Galileu Galilei, o universo era visto como uma esfera finita, organizada em camadas concêntricas com a Terra no centro.

Galileu melhorou significativamente o telescópio refrator e com ele descobriu as manchas solares, as montanhas da Lua, as fases de Vénus, quatro dos satélites de Júpiter, os anéis de Saturno, as estrelas da Via Láctea. Estas descobertas contribuíram decisivamente na defesa do heliocentrismo.

Através dos seus raciocínios e observações meticulosas conseguiu rebater os argumentos contrários ao heliocentrismo que outros “revolucionários” já tinham advogado, estabelecendo, em conjunto com outros astrónomos e matemáticos (Nicolau Copérnico (1473-1543), Giordano Bruno (1548-1600), Tycho Brahe (1546-1601), Johannes Kepler (1571-1630), entre outros), as bases do pensamento científico moderno.

As descobertas de Galileu foram importantes para provar o heliocentrismo, mas valeu-lhe uma acusação de heresia e foi obrigado a se retratar pela Inquisição Romana. Em 1980, o Papa João Paulo II ordenou uma revisão sobre o processo de Galileu. Dessa forma, a resistência à Revolução Copernicana pela Igreja Católica foi eliminada. Galileu foi perdoado formalmente pela Igreja Católica em 31 de outubro de 1992, 350 anos depois de sua morte [8].

Isaac Newton (1643 – 1727) é considerado um dos maiores estudiosos da história. Descobriu a "Lei da Gravitação Universal e publicou diversos trabalhos sobre mecânica, astronomia, física, química, alquimia e matemática, tendo trabalhado com Leibniz (1646 – 1716) na elaboração do cálculo infinitesimal. Há também escritos seus sobre teologia [9].

Contribuiu decisivamente para o progresso da Física, e da Matemática.

Galileu já havia observado que tudo na Natureza pode ser descrito por leis e que, para descobri-las, é preciso fazer experiências e interpretá-las matematicamente. Entretanto, essas noções eram aplicadas principalmente no estudo dos movimentos dos corpos, sobretudo a queda livre.



Figura 9: Retrato de Isaac Newton em 1689 (idade 46) por Godfrey Kneller. [10]

Newton procurou mostrar que essas mesmas leis podiam ser aplicadas a todo o Universo.

Na sua obra "*Princípios matemáticos da Filosofia Natural*", em três volumes publicados em 1687, Newton une as conquistas de Galileu e a Astronomia de Kepler ("apoiado sobre os ombros de gigantes"), além de estabelecer os princípios e as bases da metodologia da pesquisa científica.

No terceiro volume, Newton expõe a Teoria da Gravitação Universal, isto é, o seu sistema do mundo centralizado na lei da gravitação universal, assim enunciada: *a matéria atrai a matéria na razão direta das massas e na inversa do quadrado das distâncias*.

As suas principais contribuições situam-se no campo da Ciência Natural e na Matemática (binômio de Newton e cálculo infinitesimal). A ele se devem o desenvolvimento e a sistematização da Mecânica, a formulação da teoria da Gravitação Universal, experiências e leis relativas à reflexão, refração, decomposição da luz e a hipótese controversa da natureza corpuscular da luz.

Em *Ótica*, publicada em 1704, Newton estabelece a teoria sobre a natureza corpuscular da luz. A luz, segundo essa teoria, seria constituída por corpúsculos que emanariam dos corpos luminosos.

Newton dedicou-se também ao estudo de Teologia, e uma coletânea desses escritos foi publicada postumamente sob o título de *Observações sobre as Profecias de Daniel e o Apocalipse de São João*, em 1733.

Para a Física e a ciência em geral, entretanto, a sua obra mais importante é "*Princípios matemáticos da Filosofia Natural*" - figura 10 -, em que utiliza um esquema metodológico semelhante ao da Geometria,



partindo de definições e encadeando-as logicamente para chegar ao estabelecimento de axiomas, princípios e proposições.

Esta obra é reconhecida como o livro científico de maior impacto que alguma vez foi escrito. Newton analisou o movimento dos corpos com e sem atrito e sob a ação de forças centrípetas.

Os resultados são aplicados a corpos em órbita, projéteis, pêndulos e corpos em queda livre próximos da Terra.

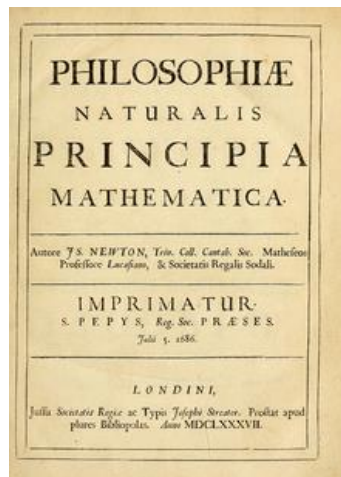


Figura 10: Folha de rosto de *Principia*, primeira edição (1686/1687).

Título original: *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* [11]

É no livro I desta obra que estão enunciadas as famosas três leis de Newton, por ele denominadas "Axiomas ou Leis do Movimento", e a dedução das suas consequências, recorrendo aos métodos da geometria – existem poucas equações, apesar de Newton ter desenvolvido o cálculo [12].

- **PRIMEIRA LEI**

Todo o corpo mantém o seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que seja forçado a alterar o seu estado por forças aplicadas sobre ele.

Através desta Lei, também designada por *Lei da Inércia*, assume que o movimento retilíneo e uniforme é o movimento natural dos corpos e que outro tipo de movimento, seja ele qual for, requer sempre a existência de uma força. Isto já era do conhecimento de Gassendi (1592-1655) e de Huygens (1629-1695).

- **SEGUNDA LEI**

Uma mudança de movimento é proporcional à força motriz aplicada e tem lugar na direção da linha reta segundo a qual é aplicada.

Com «mudança de movimento» Newton refere-se a uma alteração do momento, ao qual chamava «quantidade de movimento». Na realidade, é a *taxa* de alteração do momento que é proporcional à força. Uma vez que o momento é igual ao produto da massa pela velocidade, a força é igual ao produto da massa

pela aceleração (contudo a conhecida equação  $F = m.a$  não aparece na sua obra, é produto do raciocínio dos matemáticos do século XVIII).

- **TERCEIRA LEI**

Para qualquer ação existe sempre uma reação oposta e igual, ou seja, as ações de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e sempre em direções opostas.

Por ter formulado uma ciência com bases puramente mecanicistas, por ter compreendido uma variedade tão grande de fenómenos e por ter fornecido as bases da Mecânica científica. Newton foi considerado por muitos o maior cientista de todos os tempos.

O poeta Alexander Pope escreveu o seguinte verso sobre Newton

NATURE and Nature's Laws lay hid in Night:

God said, "Let Newton be!" and all was light ".

Nesta parte (Breve descrição histórica sobre o movimento segundo Aristóteles, Galileu e Newton) foram consultadas outras fontes, além das já mencionadas ao longo do texto, encontrando-se na bibliografia com a referência de [13] a [15].

### 3. MOVIMENTO NUM PLANO

A Cinemática é a parte da Mecânica que descreve os movimentos, pretende-se a determinação da posição, da velocidade e da aceleração de um corpo em cada instante, sem preocupação com as causas - as forças que causam e/ou modificam o movimento.

A análise do movimento será feita com base no modelo de partícula material, ou seja, os corpos em movimento serão considerados como uma partícula ou será considerado que o corpo se move como uma partícula (todas a parte do corpo se movem na mesma direção e com a mesma rapidez).

Neste trabalho também será feita uma breve análise das forças associadas ao movimento.

A elaboração deste item baseou-se na consulta de bibliografia de referência sobre os conceitos abordados. Dada a semelhança entre as diversas referências e, dado que, no geral, são apresentadas descrições genéricas, não serão apresentadas referências bibliográficas ao longo do texto, encontrando-se na bibliografia as fontes consultadas no desenvolvimento deste item [15] a [32].

#### 3.1. POSIÇÃO DE UM PONTO MATERIAL ATRAVÉS DAS COORDENADAS CARTESIANAS NUM REFERENCIAL

Nesta parte será analisado o movimento num local à superfície da Terra em que é possível ignorar a curvatura dessa superfície, considerando-a plana.

Para analisar o **movimento** de um corpo, em termos da alteração da sua localização, é necessário determinar a sua posição em relação a um ponto de referência. Dependendo deste ponto, o corpo pode estar em repouso ou em movimento.

Um veículo que se desloca de uma localidade para outra, está em movimento em relação às árvores mas está em repouso em relação ao seu condutor. Todo o movimento é relativo. Tal como o repouso.

Para eliminar a relatividade do movimento para diferentes observadores, é necessário introduzir um “parâmetro”, em relação ao qual se analisa a variação da localização ao longo do tempo. Esse “parâmetro” pode ser um corpo, um sistema de corpos ou um ponto imaginário, e designa-se por referencial.

É habitual usar um sistema de eixos perpendiculares com um ponto em comum  $O$ ,  $Ox$ ,  $Oy$  e  $Oz$  – figura 11. Trata-se de um referencial ortonormado, que define um espaço físico tridimensional (ou bidimensional, no caso da análise do movimento em um plano), em que as interseções dos três planos de referência (planos cartesianos) definem os três eixos cartesianos  $x$ ,  $y$  e  $z$ .

Nestas condições a **posição** de um ponto  $P$  é definida pelas **coordenadas cartesianas**,  $x_P$ ,  $y_P$  e  $z_P$ , obtidas a partir das medidas das distâncias, em metro, do ponto  $P$  aos planos, como mostra a figura 11.

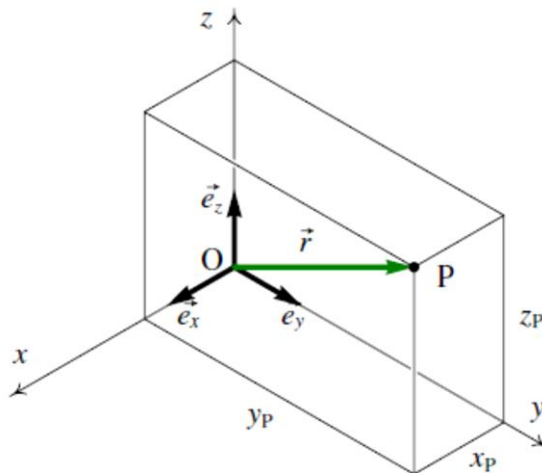


Figura 11: Coordenadas cartesianas  $(x, y, z)$  de um ponto P, em relação a um referencial. [15]

A posição  $P$  também pode ser definida pelo **vetor posição**,  $\vec{r}_P$ , em função dos versores perpendiculares,  $\vec{e}_x, \vec{e}_y$  e  $\vec{e}_z$ , nas direções dos eixos:

$$\vec{r}_P = x_P \vec{e}_x + y_P \vec{e}_y + z_P \vec{e}_z \quad (\text{m})^3 \quad (1)$$

Assim o “parâmetro” em relação ao qual identificamos se uma partícula material está em movimento ou em repouso, é designado por referencial ou sistema de referência, estando a partícula material em movimento quando a sua posição, nesse referencial, varia no decorrer do tempo, ou em repouso, se a sua posição não variar.

### 3.2. TRAJETÓRIA DE UM CORPO

Definido o referencial, e assumindo um estado de movimento, pode-se analisar as sucessivas posições ocupadas pela partícula no decorrer do tempo, obtendo-se, assim, uma linha imaginária (ou real), que se designa por **trajetória** da partícula.

A trajetória de uma dada partícula **depende do referencial escolhido**, podendo ser diferente para observadores (referenciais) diferentes, como ocorre quando se analisa a queda de uma lâmpada que se desprende do teto de uma carruagem em movimento, com velocidade constante, em relação ao solo – figura 12. Para um observador situado no solo, a linha que define a trajetória da lâmpada (considerada como uma partícula material) corresponde a um arco de parábola – é curvilínea, contudo o mesmo movimento é descrito como sendo retilíneo (queda vertical) por um observador dentro do autocarro, em repouso em relação a este.

<sup>3</sup> Os versores perpendiculares,  $\vec{e}_x, \vec{e}_y$  e  $\vec{e}_z$ , são vetores unitários (de módulo igual a 1) cuja função é indicar as direções e os sentidos positivos dos eixos  $x, y$  e  $z$ .

As grandezas  $x_P, y_P$  e  $z_P$  são escalares conhecidos como componentes escalares (ou, simplesmente componentes) de  $\vec{r}_P$ .

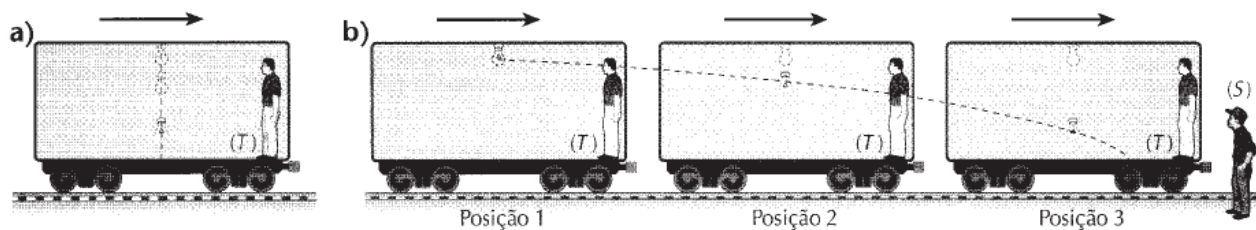


Figura 12: Trajetória de um ponto (material).

Em relação ao observador (T) a lâmpada descreve uma trajetória retilínea vertical – a);

Em relação ao observador (S) a lâmpada descreve uma trajetória parabólica – b)

(reproduzido de Júnior, Francisco R. et al., 2007) [16]

Conclui-se que a descrição da trajetória de uma partícula em movimento carece de um referencial, podendo ser **retilínea** ou **curvilínea** (circular, parabólica, ...).

### 3.3. DISTÂNCIA PERCORRIDA SOBRE A TRAJETÓRIA E DESLOCAMENTO

No seu movimento, uma partícula, descreve uma dada trajetória alterando a sua posição em relação a um referencial.

A medida do comprimento (em metro) da linha que constitui a trajetória da partícula corresponde à **distância percorrida** (ou **espaço percorrido** –  $s$ ) sobre a mesma – esta é a medida efetuada por um “conta-quilómetros” de qualquer veículo automóvel que se desloca sobre uma dada estrada, não fornecendo, em geral, indicação sobre o sentido do movimento. Porém, definindo-se (arbitrariamente) uma origem é possível conhecer a posição sobre a trajetória, adotando-se condições iniciais específicas, por exemplo, iniciando-se o movimento no ponto considerado para origem e ocorrendo apenas num sentido, a posição da partícula sobre a trajetória corresponde ao valor do espaço percorrido,  $s$  – figura 13 (esta condição pode ser usada numa autoestrada, usando os marcos quilométricos, para comunicar uma situação de apuro)

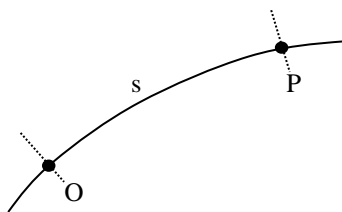


Figura 13: Trajetória curvilínea sobre a qual se definiu uma origem (zero).

A posição da partícula P coincide com o espaço percorrido,  $s$ , considerando o movimento num único sentido e o início em O.

A distância percorrida é uma **grandeza física escalar sempre positiva** que depende da trajetória, ficando caracterizada por um valor e uma unidade (metro no SI).

Contudo o **deslocamento** é independente da trajetória. Apenas depende da alteração da posição em relação ao referencial considerado, dependendo deste.

Quando uma partícula se move, cada uma das componentes que define o seu **vetor posição** é função do tempo, sendo a posição em cada instante dada pelo vetor:  $\vec{r}(t) = x(t)\vec{e}_x + y(t)\vec{e}_y + z(t)\vec{e}_z$ .

Num intervalo de tempo  $\Delta t = t - t$  o **deslocamento** da partícula é:

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_f - \vec{r}_i \text{ (m)} \quad (2)$$

onde  $\vec{r}_f$  e  $\vec{r}_i$  são, respetivamente, os vetores posição nos instantes  $t$  e  $t$  – figura 14.

Usando a notação de vetores unitários da equação 1, podemos escrever o deslocamento como:

$$\Delta\vec{r} = (x_f - x_i)\vec{e}_x + (y_f - y_i)\vec{e}_y + (z_f - z_i)\vec{e}_z \Leftrightarrow \Delta\vec{r} = \Delta x\vec{e}_x + \Delta y\vec{e}_y + \Delta z\vec{e}_z \quad (3)$$

onde as coordenadas  $(x, y, z)$  correspondem ao vetor posição  $\vec{r}_i$  e as coordenadas  $(x_f, y_f, z_f)$  correspondem ao vetor posição  $\vec{r}_f$ .

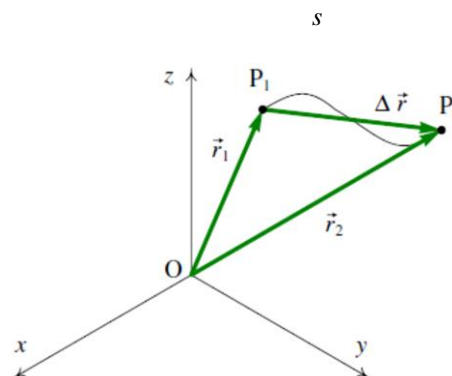


Figura 14: Trajetória de uma partícula, espaço percorrido,  $s$ , e deslocamento,  $\Delta\vec{r}$ .

$$\Delta\vec{r} = (x_2 - x_1)\vec{e}_x + (y_2 - y_1)\vec{e}_y + (z_2 - z_1)\vec{e}_z, \text{ entre dois instantes, } t \text{ e } t. \text{ [15]}$$

Uma vez que o **deslocamento** é uma grandeza física vetorial, que depende apenas das posições inicial e final do movimento da partícula num dado intervalo de tempo, é possível deduzir a direção e sentido do movimento. Todavia apenas num movimento retilíneo sem inversão de sentido o seu valor coincide com a distância realmente percorrida. O valor absoluto do deslocamento é dado pela definição matemática de **norma de um vetor**:

$$\|\Delta\vec{r}\| = \sqrt{(x_f - x_i)^2 + (y_f - y_i)^2 + (z_f - z_i)^2} \text{ (m)}$$

e é igual à distância entre os pontos inicial e final.

No caso de um movimento retilíneo, por exemplo no eixo  $Ox$ , a eq. 3, que traduz o deslocamento,  $\Delta \vec{r}$ , toma a seguinte forma:

$$\Delta \vec{r} = (x_f - x_i) \vec{e}_x \Leftrightarrow \Delta \vec{r} = \Delta x \vec{e}_x \quad (4)$$

podendo a **componente escalar**,  $\Delta x = x_f - x_i$ , tomar um valor positivo – deslocamento no sentido positivo – ou um valor negativo – deslocamento no sentido negativo –, e, sendo a direção do vetor coincidente com a direção do eixo  $Ox$ .

Neste caso é possível determinar o **espaço percorrido** através do somatório dos deslocamentos ocorridos em cada sentido:  $s = \sum |\Delta x|$ .

Também é possível traduzir o movimento de uma partícula através de gráficos da posição em função do tempo ( $x = x(t)$ ), e deduzir, a partir destes, as características do movimento (uniforme ou variado) – figura 15.

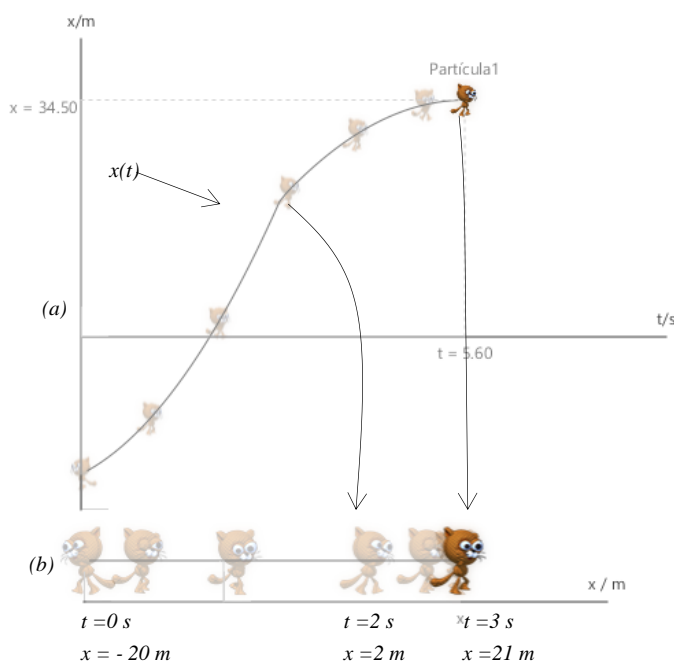


Figura 15: Gráfico  $x(t)$  para um gato em movimento – (a) – e trajetória associada – (b).

A escala por baixo do eixo  $x$  mostra os instantes em que o gato atinge alguns valores de  $x$ .

(captura editada de ecrã da aplicação Modellus – ver [atividade I de tarefa 1](#) em apêndice A)

### 3.4. RAPIDEZ MÉDIA E VELOCIDADE MÉDIA

O termo velocidade média é muito usado no dia-a-dia, contudo nem sempre com o significado físico adequado. É comum dizer que uma determinada viagem foi efetuada com uma dada velocidade média, porém o cálculo subjacente à determinação do valor expresso, corresponde à razão entre o espaço

percorrido,  $s$ , durante a viagem e o intervalo de tempo,  $\Delta t$ , que esta demorou, o que na realidade corresponde a outra grandeza física – a **rapidez média** (ou celeridade média),  $r_m$ :

$$r_m = \frac{s}{\Delta t} \text{ (m/s)} \quad (5)$$

A rapidez média é uma grandeza física muito útil no dia-a-dia, pois permite estimar o tempo que poderá ser necessário para efetuar um dado percurso.

Em geral, um dado percurso ocorre com variações de rapidez (por exemplo, o valor da velocidade lida no velocímetro de qualquer automóvel não é sempre o mesmo), por isso é útil a utilização de um valor médio que contemple estas variações.

Enquanto a rapidez média é uma grandeza física escalar sempre positiva, a **velocidade média** é uma grandeza física vetorial, que traduz a rapidez de mudança de posição de uma partícula, num dado intervalo de tempo. Assim quando uma partícula sofre um deslocamento,  $\Delta \vec{r}$ , num dado intervalo de tempo,  $\Delta t$ , a sua velocidade média,  $\vec{v}_m$ , é dada por:

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \text{ (m/s)} \quad (6)$$

Esta relação matemática permite concluir que os vetores  $\vec{v}_m$  e  $\Delta \vec{r}$  partilham a mesma direção.

O vetor  $\vec{v}_m$  pode ser expresso em função das suas componentes vetoriais, usando a equação 3:

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{e}_x + \frac{\Delta y}{\Delta t} \vec{e}_y + \frac{\Delta z}{\Delta t} \vec{e}_z \quad (7)$$

Para um **movimento retilíneo** no eixo  $Ox$ , coincidente com a trajetória (figura 16), a equação 7 expressa-se da seguinte forma:

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{e}_x \quad (8)$$

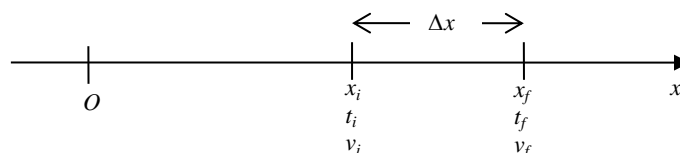


Figura 16: Movimento retilíneo de uma partícula no eixo  $Ox$ .

Neste caso pode ser dispensado o tratamento vetorial, analisando-se a **componente escalar**,  $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ , onde

$\Delta x = x_f - x_i$  é o deslocamento da partícula e  $\Delta t = t_f - t_i$  é o tempo decorrido, podendo-se obter valores



positivos e negativos para a velocidade média,  $v_m$ , conforme o sentido do deslocamento da partícula ocorra no sentido positivo ou negativo, respetivamente.

A **velocidade média** é uma grandeza física que não fornece detalhes sobre o movimento. Não indica a forma da trajetória nem o tipo de movimento (uniforme ou variado) e não permite concluir se este ocorreu sempre no mesmo sentido. Contudo podemos concluir se as posições de partida e chegada são diferentes (caso em que  $\vec{v}_m \neq \vec{0}$ ) ou se são iguais, e, dividindo o deslocamento total em pequenos deslocamentos parciais, podemos concluir se o movimento ocorreu com velocidade constante (caso em que  $\vec{v}_m$  é constante, sendo o movimento retilíneo uniforme).

### 3.5. VELOCIDADE (INSTANTÂNEA)

Enquanto as grandezas rapidez média e velocidade média se referem a um intervalo de tempo, a **velocidade** refere-se a um instante e o seu valor absoluto pode ser lido num velocímetro de um automóvel. É uma grandeza que indica a rapidez do movimento assim como a sua direção e o seu sentido – trata-se, por isso, de uma grandeza física vetorial.

A figura 17 mostra a trajetória de uma partícula que se move no plano  $xOy$ .

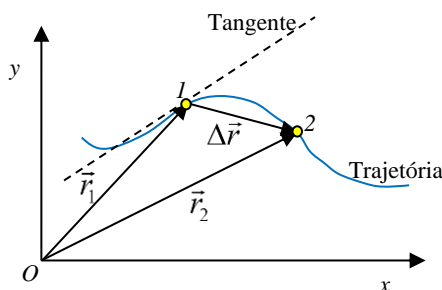


Figura 17: Deslocamento de uma partícula e respetivos vetores posição.  
A figura também mostra a trajetória da partícula e tangente à mesma, na posição 1.

Durante o intervalo de tempo  $\Delta t$  o vetor posição muda de  $\vec{r}_1$  para  $\vec{r}_2$  e o deslocamento da partícula é  $\Delta \vec{r}$ .

Para determinar a velocidade da partícula no instante  $t$  (instante em que esta se encontra na posição 1) reduz-se o intervalo de tempo  $\Delta t$  nas vizinhanças de  $t$  fazendo-o tender a zero. Assim o vetor posição  $\vec{r}_2$  da figura 17 aproxima-se do vetor posição  $\vec{r}_1$ , fazendo  $\Delta \vec{r}$  tender para zero, o que faz com que a direção de  $\vec{v}_m$  ( $\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$ ) se aproxime da reta tangente à trajetória da partícula na posição 1 (figura 18), podendo-se considerar a velocidade média,  $\vec{v}_m$ , como velocidade instantânea,  $\vec{v}$ , no instante  $t$ .

Assim, a **velocidade**,  $\vec{v}$ , é o valor para o qual tende a velocidade média,  $\vec{v}_m$ , quando o intervalo de tempo,  $\Delta t$ , tende para zero, representando-se por:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{v}_m \Leftrightarrow \vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \Leftrightarrow \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}^4 \quad (9)$$

pelo que  $\vec{v}$  pode ser obtida pelo cálculo da derivada do vetor posição em relação ao tempo.

Usando a equação 1 obtém-se:

$$\vec{v} = \frac{dx}{dt} \vec{e}_x + \frac{dy}{dt} \vec{e}_y + \frac{dz}{dt} \vec{e}_z \Leftrightarrow \vec{v} = v_x \vec{e}_x + v_y \vec{e}_y + v_z \vec{e}_z \quad (10)$$

Onde as **componentes escalares** de  $\vec{v}$  são:

$v_x = \frac{dx}{dt}$ ,  $v_y = \frac{dy}{dt}$  e  $v_z = \frac{dz}{dt}$ , isto é correspondem à derivada dos componentes escalares de  $\vec{r}$ , que se

relacionam com o tempo através de relações funcionais  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$  e  $z = z(t)$ .

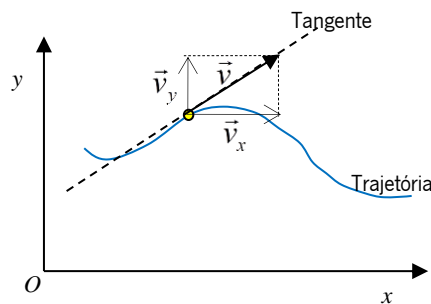


Figura 18: Representação da velocidade de uma partícula com as respectivas componentes escalares no eixo xOy.

Considerando o **movimento numa direção** – eixo  $Ox$  – a equação 9 fica reduzida a:

$$\vec{v} = \frac{dx}{dt} \vec{e}_x \Leftrightarrow \vec{v} = v_x \vec{e}_x \quad (11)$$

Sendo o valor algébrico de  $v_x$  positivo, quando  $\vec{v}$  tiver aquele sentido (movimento no sentido positivo) e negativo, quando  $\vec{v}$  apontar em sentido contrário (movimento no sentido negativo).

Assim, como no estudo do **movimento unidimensional**, só existe uma direção possível para o vetor velocidade, e duas opções para o seu sentido, é possível trabalhar apenas com o componente escalar,  $v_x$ , da velocidade.

<sup>4</sup> O valor limite de  $\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$ , quando  $\Delta t \rightarrow 0$ , pela notação de cálculo diferencial, é escrita na forma  $\frac{d\vec{r}}{dt}$  e é chamada derivada de  $\vec{r}$  em relação a  $t$ .

De facto as equações 9 e 10, válidas para o caso geral do movimento em três dimensões, para o movimento unidimensional, no eixo  $Ox$ , podem ser escritas na forma escalar:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (12)$$

Que é a relação pela qual se define, no cálculo diferencial, a inclinação de uma curva em um ponto.

Na prática, conhecendo a relação funcional,  $x = x(t)$ , pode-se determinar o **valor algébrico da velocidade** num instante através do cálculo do declive da reta tangente à função (usando, por exemplo, uma máquina gráfica) – figura 19.

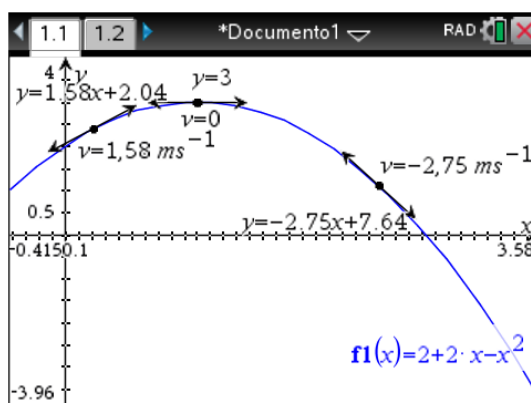


Figura 19: Determinação do valor algébrico da velocidade em três instantes diferentes.

O valor de  $v$  é calculado através da determinação da equação de retas tangentes à função  $f1$  (que traduz a relação funcional  $x = x(t)$ ), com o auxílio da máquina gráfica – TI-Nspire CX Teacher Software (captura de ecrã)

### 3.6. MOVIMENTO DE UM CORPO DE ACORDO COM A RESULTANTE DAS FORÇAS E AS CONDIÇÕES INICIAIS DO MOVIMENTO

Neste tópico será limitada a análise aos casos dos movimentos que ocorrem em uma dimensão (embora, por conveniência de explicitação, também sejam referenciados casos em que o movimento é bidimensional), escolhida convenientemente de acordo com a resultante das forças aplicadas.

Para que o movimento de uma partícula ocorra em uma dimensão, a resultante das forças aplicadas deve ter a direção coincidente com o vetor velocidade – resultando um movimento retilíneo.

Se um corpo estiver em repouso ou animado com movimento retilíneo e velocidade constante, a resultante das forças será nula (1ª lei de Newton) – figura 20 a). Contudo se a velocidade desse corpo for uma função do tempo, isto é, variar, a resultante das forças não poderá ser nula, e o corpo adquire uma aceleração, que depende diretamente da resultante das forças aplicadas, considerando-se a massa do corpo constante (2ª Lei de Newton –  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ ) – figura 20 b).

A **aceleração** pode surgir tanto da variação do módulo da velocidade como da variação da sua direção. No primeiro caso tem-se um movimento ao longo de uma linha reta, com variação uniforme (ou não) da componente escalar da velocidade – não há alteração da direção, apenas do módulo. É neste caso que a aceleração pode ser constante. No segundo caso o movimento é curvilíneo com módulo da velocidade constante (ou não) – figura 20 c).

Se a velocidade mudar constantemente de direção mas manter o módulo o movimento é circular (este também é um movimento acelerado – a direção da velocidade não é constante) – figura 20 d).

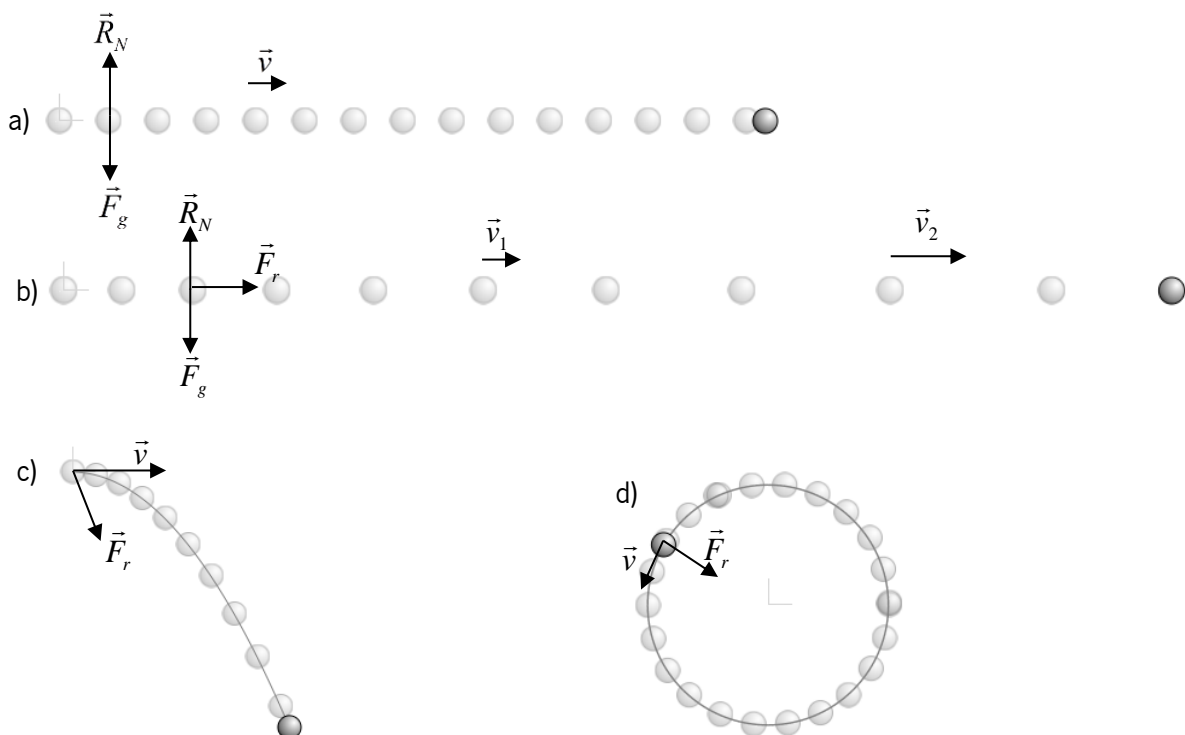


Figura 20: Representação do movimento de uma partícula material em função resultante das forças aplicadas.

- a) – Representação estroboscópica de um corpo animado de movimento com velocidade constante ( $\vec{F}_r = \vec{0}$ );
- b) – Representação estroboscópica de um corpo animado de movimento com velocidade variável ( $\vec{F}_r \neq \vec{0}$ );
- c) – Representação estroboscópica de um corpo animado de movimento com velocidade variável em direção e módulo;
- d) – Representação estroboscópica de um corpo animado de movimento com velocidade variável apenas em direção.

(captura editada de ecrã da aplicação Modellus – ver [tarefa 3](#) em apêndice A)

### 3.6.1. ACELERAÇÃO CONSTANTE – ACELERAÇÃO MÉDIA E INSTANTÂNEA

A **aceleração** de uma partícula pode ser analisada em termos de aceleração média (que traduz a alteração da velocidade num dado intervalo de tempo) ou em termos de aceleração instantânea (traduzindo a alteração da velocidade num instante particular, dentro de um dado intervalo de tempo).

Considerando o exemplo retratado pela figura 6, a aceleração média entre as posições inicial e final é definida por:

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{t_f - t_i} \quad (13)$$

onde  $\Delta \vec{v}$  é a variação da velocidade e  $\Delta t$  é o tempo decorrido. Assim a **aceleração média** é a variação da velocidade por unidade de tempo, e é **representada por um vetor** cuja direção é definida pela relação  $\Delta \vec{v} = \vec{v}_f - \vec{v}_i$ .

Num movimento retilíneo pode-se determinar a aceleração escalar média, assim:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \text{ (m/s}^2\text{)} \quad (14)$$

correspondendo o seu valor à variação média (aumento – valor positivo, ou diminuição – valor negativo) da componente escalar da velocidade num dado intervalo de tempo. Sendo a representação vetorial da grandeza feita de acordo com os valores algébricos obtidos – figura 21.

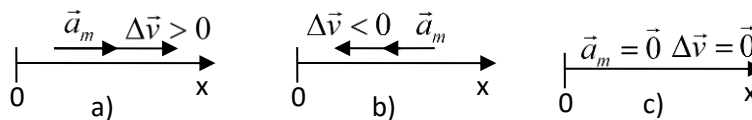


Figura 21: Representação do vetor  $\vec{a}_m$  num movimento retilíneo no sentido positivo da trajetória.

Quando ocorre um aumento da velocidade - (a), uma diminuição da velocidade (b) e sem variação da velocidade (c).

A **aceleração instantânea** é o valor limite da aceleração média, quando o intervalo de tempo se torna muito pequeno ( $\Delta t \rightarrow 0$ ), e é definida por:

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{a}_m \Leftrightarrow \vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \Leftrightarrow \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (15)$$

Pela equação 10 conclui-se que uma expressão equivalente para a equação 15 é:

$$\vec{a} = \frac{d}{dt} \left( \frac{d\vec{r}}{dt} \right) \Leftrightarrow \vec{a} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

Isto é, a aceleração instantânea é obtida pelo cálculo da derivada temporal da velocidade (equação 15) ou pelo cálculo da segunda derivada temporal da posição.

Como traduz a taxa de variação temporal da velocidade, sendo o valor limite de  $\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$  no instante  $t$ , quando

$\Delta \vec{v}$  e  $\Delta t$  se aproximam de zero, a sua direção é a do vetor  $\Delta \vec{v}$  - figura 22.

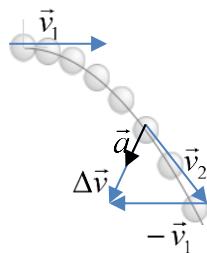


Figura 22: Representação do vetor  $\vec{a}$  num movimento curvilíneo variado.  
(captura editada de ecrã da aplicação Modellus)

Em geral a **aceleração** varia durante o movimento, contudo, num movimento retilíneo, pode-se determinar a sua **componente escalar** através da equação 14, e conhecendo a relação funcional  $v = v(t)$ , pode-se determinar a componente escalar da aceleração num instante através do cálculo do declive da reta tangente à função (à semelhança do que se faz para a componente escalar da velocidade – figura 19), pois  $a = \frac{dv}{dt}$  é a relação pela qual se define, no cálculo diferencial, a inclinação de uma curva em um ponto.

### 3.6.2. CORPOS EM QUEDA LIVRE

A queda livre de corpos ou um lançamento vertical, à superfície da Terra, desprezando a resistência do ar, é um exemplo comum do movimento retilíneo com aceleração constante.

Um corpo em queda livre ou lançado verticalmente, sofre alterações na sua velocidade pelo facto de estar sujeito à ação gravítica terrestre.

Desprezando a resistência do ar, a única força aplicada ao corpo, no seu movimento de queda ou ascensão, é a força gravítica exercida pela Terra, isto é,  $\vec{F}_R = \vec{F}_g$ .

#### 3.6.2.1. QUEDA E LANÇAMENTO NA VERTICAL DE PROJÉTEIS NA SUPERFÍCIE DA TERRA COM EFEITO DE RESISTÊNCIA DO AR DESPREZÁVEL – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

Um **corpo em queda** livre designa-se por **grave** e a aceleração adquirida designa-se por aceleração da gravidade,  $\vec{g}$ , sendo constante, desde que as variações de altura sejam muito menores que o raio da Terra<sup>5</sup>,

<sup>5</sup> O módulo da aceleração da gravidade pode calcular-se a partir da Lei da Gravitação Universal e da Segunda Lei de Newton:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_g \Rightarrow m a = G \frac{M_T m}{R_T^2} \Leftrightarrow a = G \frac{M_T}{R_T^2}$$

Sendo  $a = g$ , obtém-se o valor aproximado de 9,8 m/s<sup>2</sup>, por substituição dos valores de G, da massa e do raio da Terra.

e se **despreze a resistência do ar**. A aceleração da gravidade não depende da massa do grave, pois, na ausência da resistência do ar, todos os corpos largados da mesma altura chegam ao mesmo tempo ao chão – figura 23.



Figura 23: Representação estroboscópica do movimento de queda livre de dois corpos de diferente massa.

O vetor aceleração é constante e igual à aceleração gravítica ( $\vec{F}_r = \vec{F}_g \Leftrightarrow m\vec{a} = m\vec{g} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$ ).

(captura editada de ecrã da aplicação Modellus – ver [atividade I de tarefa 4](#) em apêndice A)

Nestas condições conclui-se que o **movimento vertical de um grave** experimenta uma variação de velocidade diretamente proporcional ao intervalo de tempo, isto é, é uniformemente variado, sendo uniformemente retardado na subida, pois a sua velocidade diminui uniformemente no decorrer do tempo, e uniformemente acelerado na descida, pois a sua velocidade aumenta uniformemente no decorrer do tempo – figura 24 (aplicação Modellus)

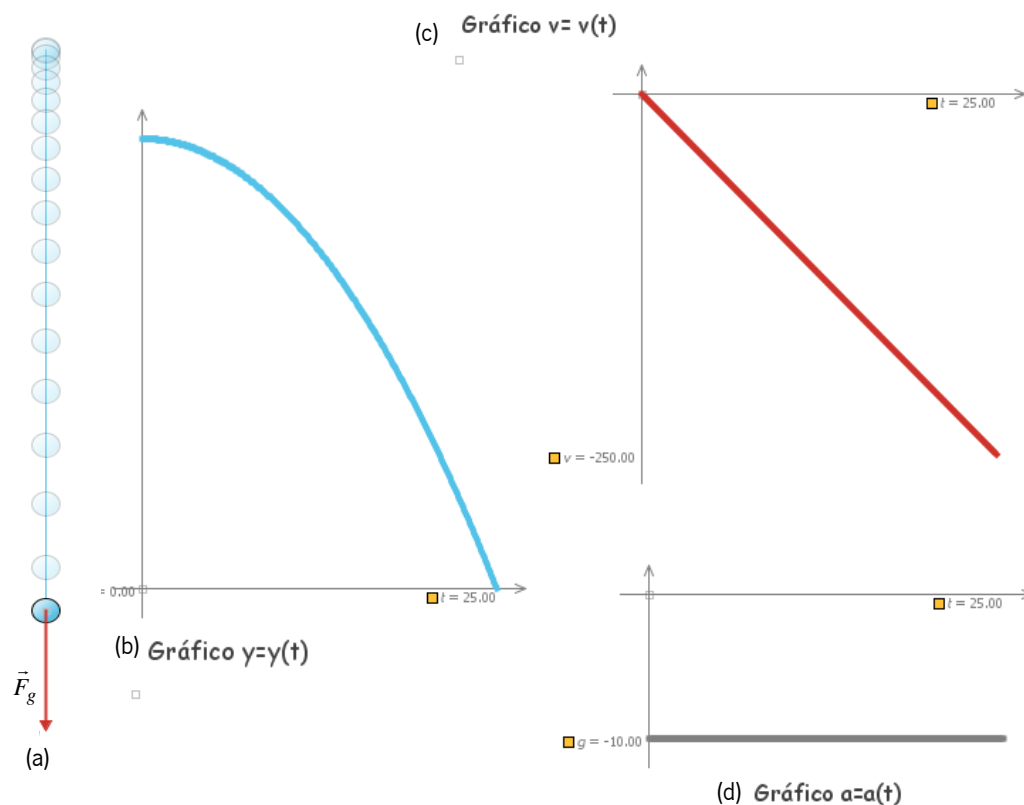


Figura 24: Representação do movimento de queda livre de uma partícula.

(a) Representação estroboscópica do movimento; gráficos correspondentes às componentes escalares da posição (b), da velocidade (c) e da aceleração (d).

(captura de ecrã da aplicação Modellus – ver [atividade II de tarefa 4](#) em apêndice A)

### 3.6.2.2. EQUAÇÕES DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (E MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME)

Sendo a **aceleração constante**, a aceleração média, para qualquer intervalo de tempo, é igual à aceleração instantânea,  $\vec{a}$ .

Dispensando o tratamento vetorial pode-se determinar a equação que traduz a variação da **componente escalar da velocidade** com o tempo utilizando a equação 14:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \Leftrightarrow v = v_0 + a(t - t_0)$$

Fazendo-se coincidir o instante inicial,  $t_0$ , com o início da contagem do tempo ( $t_0=0$ ) vem:

$$v = v_0 + at \quad (m) \quad (16)$$

Cuja representação gráfica (figura 24 (c)) traduz uma função linear, com a componente escalar da velocidade a crescer uniformemente no tempo (sendo a inclinação constante, de valor igual ao valor algébrico da aceleração).



Usando a representação gráfica da equação 16 – figura 25, pode-se estabelecer a **equação que traduz a variação da componente escalar da posição com o tempo** (designada por Lei horária do movimento ou Lei das posições), através do cálculo da área compreendida entre a linha do gráfico e o eixo das abscissas.

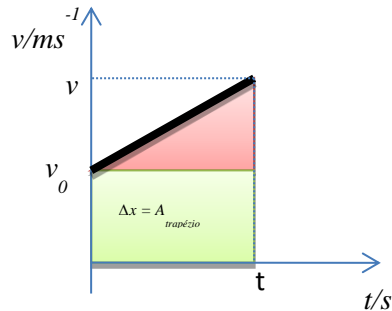


Figura 25: Representação gráfica da equação 16.

Essa área é numericamente igual ao módulo do **deslocamento** do corpo e quando afetada do sinal positivo ou negativo, respetivamente acima ou abaixo do eixo dos tempos, obter-se-á o valor algébrico do deslocamento,  $\Delta x$ .

Assim  $\Delta x = \text{área do trapézio da figura 25}$ , isto é,

$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2} \times (t - t_0) \Leftrightarrow \Delta x = \frac{v_0 + a(t - t_0) + v_0}{2} \times (t - t_0) \Leftrightarrow \Delta x = v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2, \text{ o que resulta,}$$

fazendo  $\Delta x = x - x_0$  e  $t_0 = 0$  em:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (m) \quad (17)$$

Esta equação demonstra que o deslocamento varia quadraticamente com o tempo.

Pode-se obter o valor algébrico da velocidade,  $v$ , através do valor do declive da reta tangente à função dada pela equação 17, num dado instante.

Resolvendo a equação 16 em ordem ao tempo e substituindo na equação 17, obtém-se a expressão que relaciona a velocidade com o deslocamento:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \quad (18)$$

Em anexo – Anexo A – é possível analisar as notas 1 e 2, respetivamente, dizendo respeito à dedução, por integração, das equações 16, 17 e 18, e à integração de gráficos  $v = v(t)$  para análise do movimento.

A tabela seguinte – tabela 1 – resume o que sucede às **componentes escalares da aceleração, velocidade e posição** ao longo do tempo.

Tabela 1 – Componentes escalares da aceleração, velocidade e posição ao longo do tempo, para um movimento retilíneo uniformemente variado.

	Lei da aceleração	Lei da velocidade	Lei da posição
<b>Movimento retilíneo uniformemente variado</b>	$a(t) = \text{constante} \neq 0$	$v(t) = v_0 + a t$	$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

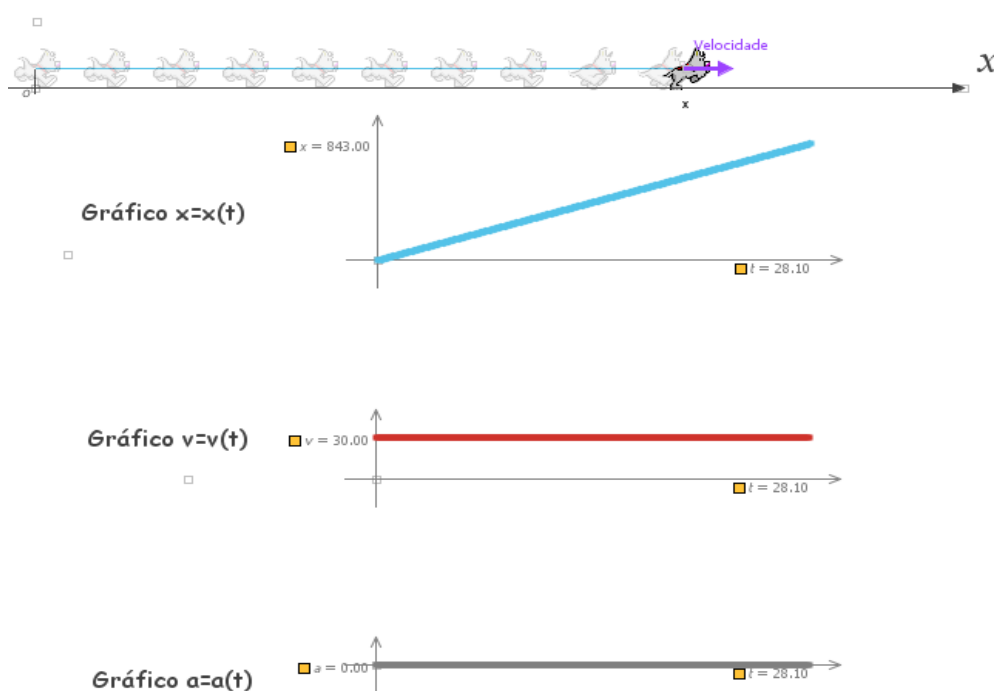
No caso particular de um **movimento retilíneo uniforme** a velocidade não varia (a resultante das forças é nula – 1ª Lei de Newton), por isso a aceleração é nula ( $\vec{a} = \vec{0}$ ) e as leis constantes da tabela 1 podem ser escritas sob a forma presente na tabela 2:

Tabela 2 – Componentes escalares da aceleração, velocidade e posição ao longo do tempo, para um movimento retilíneo uniforme.

	Lei da aceleração	Lei da velocidade	Lei da posição
<b>Movimento retilíneo uniforme</b>	$a(t) = 0$	$v(t) = \text{constante} \neq 0$	$x(t) = x_0 + v t$

Os **gráficos**  $x = x(t)$ ,  $v = v(t)$  e  $a = a(t)$  correspondentes aos **movimentos retilíneos uniforme e uniformemente variado**, podem ser obtidos pela concretização da formulação matemática presente nas tabelas 1 e 2 – figura 26 (a), (b) e (c).

(a) **Representação estroboscópica do movimento retilíneo uniforme**



(b) Representação estroboscópica do movimento retilíneo uniformemente retardado

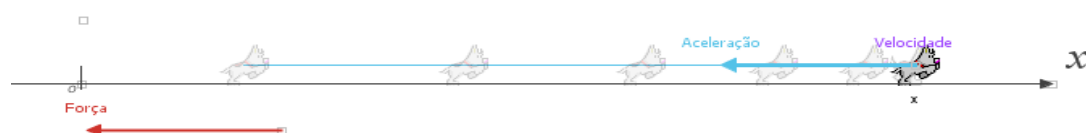


Gráfico  $x=x(t)$

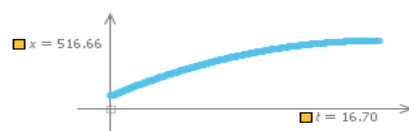


Gráfico  $v=v(t)$

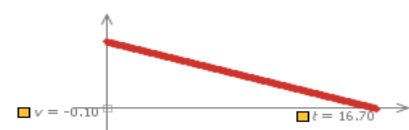


Gráfico  $a=a(t)$



(c) Representação estroboscópica do movimento retilíneo uniformemente acelerado

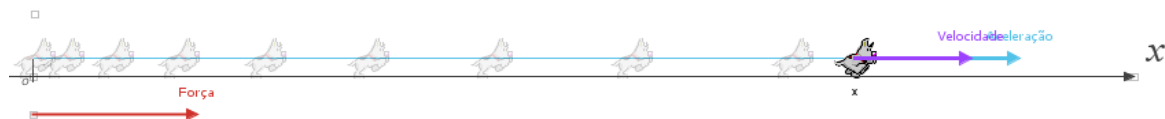


Gráfico  $x=x(t)$

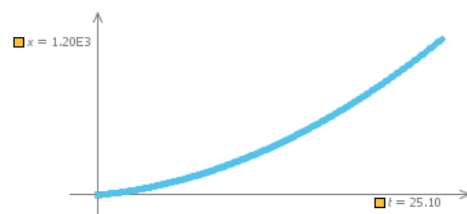


Gráfico  $v=v(t)$

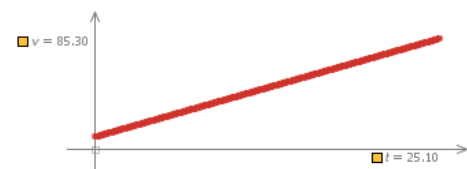


Gráfico  $a=a(t)$



Figura 26: Movimentos retilíneos – uniforme e uniformemente variado.

Representação estroboscópica do movimento de um corpo em movimento retilíneo uniforme (a), retilíneo uniformemente retardado (b) e retilíneo uniformemente acelerado (c), e gráficos correspondentes às componentes escalares da posição, da velocidade e da aceleração (funções dadas pela tabela 2)

(captura de ecrã da aplicação Modellus – ver atividade 1 de tarefa 5 em apêndice A)

### 3.6.3. QUEDA NA VERTICAL COM EFEITO DE RESISTÊNCIA DO AR APRECIÁVEL – MOVIMENTOS RETILÍNEOS ACELERADO E RETARDADO – ACELERAÇÃO VARIÁVEL -, E UNIFORME – VELOCIDADE TERMINAL.

Para um **corpo em queda**, em que a **força de resistência do ar**,  $\vec{R}_{ar}$ , **não é desprezável**.<sup>6</sup>

A resistência do ar atua como uma força cujo sentido é contrário ao avanço do corpo, opondo-se à força da gravidade,  $\vec{F}_g$ .

A Segunda Lei de Newton pode escrever-se da seguinte forma:  $\vec{F}_R = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{F}_g + \vec{R}_{ar} = m\vec{a}$ .

A força gravítica,  $\vec{F}_g$ , é constante, contudo a resistência do ar aumenta com a velocidade. Assim a resultante das forças,  $\vec{F}_R$ , aplicadas ao corpo varia, o que implica que a aceleração varia e, consequentemente, o movimento é variado, mas não uniformemente. Pelo que as equações da tabela 1 não se podem aplicar. (é necessário um tratamento matemático com base no cálculo integral).

O caso recorrentemente usado para exemplificar este movimento (do qual apenas se pretende um entendimento conceptual) é o da queda em linha reta de um paraquedista (sistema paraquedista – paraquedas de massa constante) dividido em dois momentos distintos, antes de abrir o paraquedas, partindo com  $v_0 = 0$ , e depois de abrir o paraquedas:

- Antes de abrir o paraquedas: ao iniciar a queda o movimento é acelerado, pois inicialmente  $\|\vec{F}_g\| > \|\vec{R}_{ar}\|$ , pelo que a aceleração,  $\vec{a}$ , produz um aumento contínuo da velocidade,  $\vec{v}$ , e um aumento correspondente na resistência do ar (atrito do fluido), de modo que, para uma determinada velocidade a aceleração anular-se-á, não ocorrendo mais aumento de velocidade e a resistência do ar fica exatamente equilibrada pela força gravítica, ficando  $\|\vec{F}_g\| = \|\vec{R}_{ar}\|$ . O paraquedista continua a mover-se no sentido da força gravítica com velocidade constante, denominada **primeira velocidade terminal**, e o seu movimento é retilíneo uniforme.
- Depois de abrir o paraquedas: ao abrir o paraquedas a resistência do ar aumenta muito (pois varia a forma do corpo aumentando a área de contacto com o ar)<sup>7</sup> ficando muito maior do que a força gravítica,  $\|\vec{F}_g\| < \|\vec{R}_{ar}\|$ , e, por isso, o movimento é retardado e a sua velocidade diminui rapidamente, levando a uma diminuição da resistência do ar, até voltar a ter um valor absoluto igual à força gravítica,  $\|\vec{F}_g\| = \|\vec{R}_{ar}\|$ . A

<sup>6</sup> Consultar [anexo B](#): força de resistência do ar.

<sup>7</sup> Consultar [anexo C](#): velocidade terminal do movimento de um corpo através de um fluido.

partir desse instante o paraquedista atinge a **segunda velocidade terminal** (velocidade com que embate no solo) e o seu movimento volta a ser retilíneo uniforme.

Os gráficos da figura 27 exemplificam os itens anteriores.

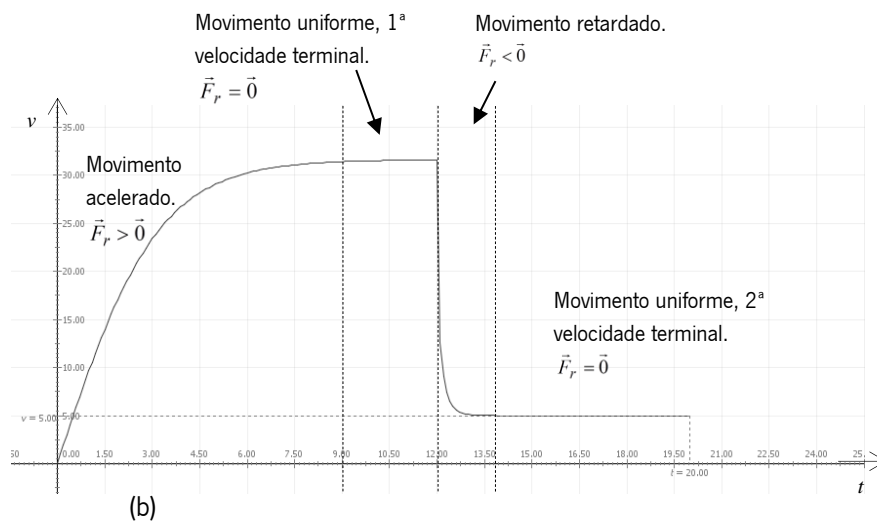
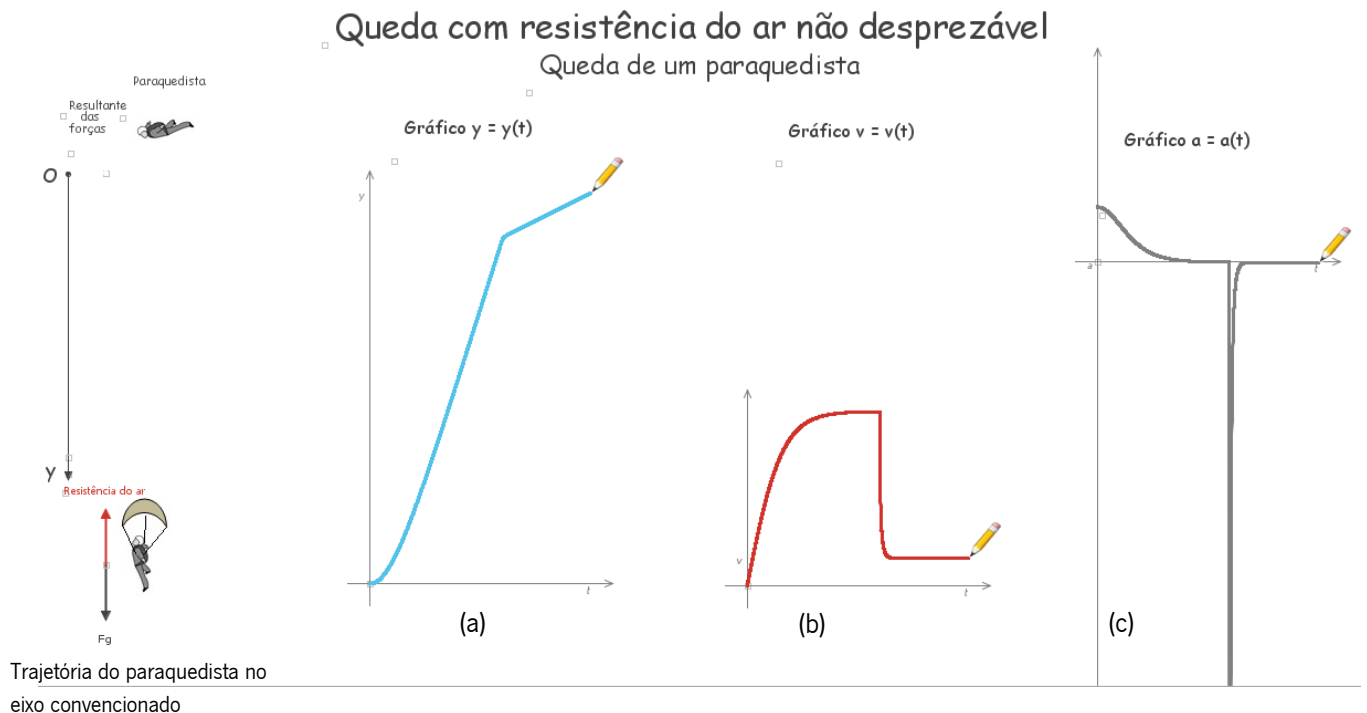


Figura 27: Queda com resistência do ar não desprezável.

Gráficos das componentes escalares relativos à posição (a), velocidade (b) e aceleração (c) do movimento de um paraquedista em função do tempo.

(editado de captura de ecrã da aplicação Modellus – ver [tarefa 6](#) em apêndice A)

### 3.6.4. MOVIMENTO RETILÍNEO NUM PLANO INCLINADO

O movimento de um corpo num plano inclinado pode ser uniformemente variado ou uniforme, dependendo das forças aplicadas, constituindo este sistema um exemplo de aplicação das equações das tabelas 1 e 2.

A figura seguinte (figura 28) ilustra duas situações gerais (movimento de A a C e movimento de C a D) em que as forças aplicadas são consideradas de intensidade constante.

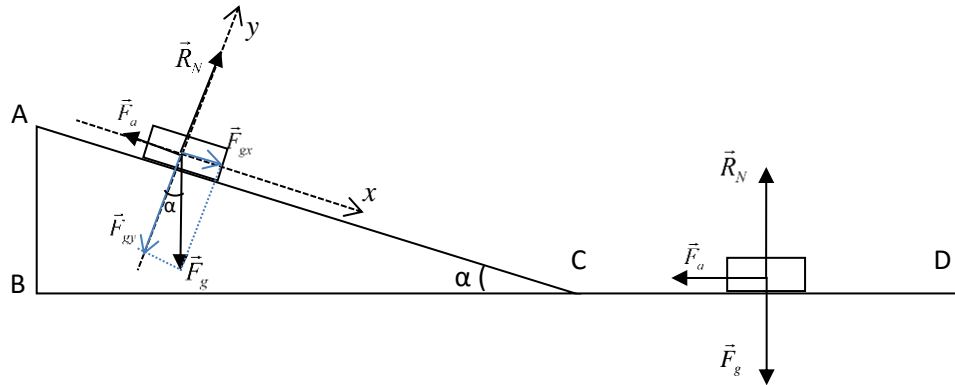


Figura 28: Movimento de translação de um corpo e forças aplicadas.

(ver tarafa 7 em apêndice A)

Considerando o movimento de A a D, partindo o corpo do repouso, tem-se um movimento retilíneo uniformemente acelerado até C e uniformemente retardado até D, onde se aplicam as equações da tabela

$$1: \begin{cases} \Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ \Delta v = a t \end{cases}$$

com  $a = \frac{F_{gx} - F_a}{m} \Leftrightarrow a = \frac{\eta g \operatorname{sen} \alpha - \mu_c \eta g \operatorname{cos} \alpha}{\eta}$  no percurso AC, pois  $\sum \vec{F}_{\text{eixo perpendicular ao plano}} = \vec{0}$ ,

aumentando com a inclinação do plano, fazendo aumentar uniformemente a velocidade, e, com

$$a = \frac{-F_a}{m} \Leftrightarrow a = \frac{-\mu_c \eta g}{\eta}, \text{ no percurso CD, causando a diminuição uniforme da velocidade.}$$

Se o movimento ocorrer sem atrito, será acelerado no plano inclinado (de A a C) e uniforme no plano horizontal (de C a D) pois  $\vec{F}_R = \vec{F}_g + \vec{R}_N$  e como  $\|\vec{F}_g\| = \|\vec{R}_N\|$ ,  $\vec{F}_R = \vec{0}$  (1ª Lei de Newton).

Caso o movimento ocorra de forma contrária, isto é, iniciando em D após um breve impulso, a força de atrito terá sentido oposto e o movimento será sempre retardado, com a mesma aceleração, no plano

horizontal (de D a C) e com aceleração  $a = \frac{-F_{gx} - F_a}{m} \Leftrightarrow a = \frac{-mg \operatorname{sen} \alpha - \mu_c mg \operatorname{cos} \alpha}{m}$ , no plano

inclinado (de C a A).

### 3.7. MOVIMENTO DE UM PROJÉTEL COM EFEITO DE RESISTÊNCIA DO AR DESPREZÁVEL

Considere-se um caso especial de **movimento bidimensional**, como uma partícula que se move num plano vertical com velocidade inicial  $\vec{v}_0$  e com uma aceleração constante, igual à aceleração de queda livre  $\vec{g}$ , dirigida para baixo.

Uma partícula que se move dessa forma é chamada de **projétil** (o que significa que é projetada ou lançada), e o seu movimento é chamado de movimento balístico. Um corpo lançado obliquamente ou horizontalmente, no ar constitui um projétil.

Considerar-se-á a ocorrência do movimento realizado na proximidade da superfície terrestre, no plano  $xOy$  e com resistência do ar desprezável. Assim o projétil deslocar-se-á sujeito apenas à força gravítica,  $\vec{F}_g$ .

Uma experiência simples em que se usa um canhão de lançamento (equipamento de laboratório que permite lançar projéteis, geralmente em forma de bola, horizontalmente ou obliquamente) duas bolas estão inicialmente à mesma altura uma é lançada como projétil (através de uma mola comprimida) e outra é sustentada por um eletroímã. O disparo ocorre em simultâneo com a desativação do eletroímã – uma bola é largada sem velocidade e a outra é disparada, da mesma altura, apenas com velocidade horizontal.

A fotografia estroboscópica representada na figura 29 mostra que as bolas têm o mesmo movimento vertical: ambas percorrem a mesma distância vertical no mesmo intervalo de tempo. O facto de uma bola ter movimento horizontal enquanto está a cair não afeta o seu movimento vertical, ou seja, os movimentos horizontal e vertical são independentes.

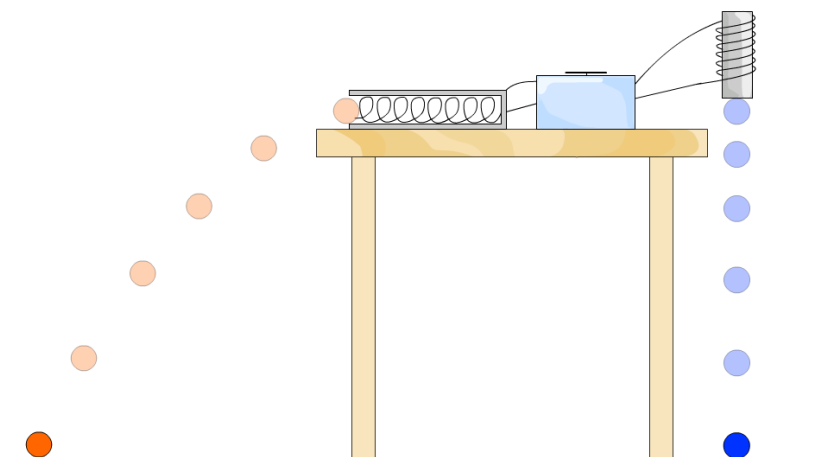


Figura 29: Independência dos movimentos num projétil.

Imagem estroboscópica de duas bolas postas em movimento simultâneo, mas de diferentes maneiras, que continuam a mover-se sob a influência da gravidade. A bola da esquerda é lançada horizontalmente e a bola da direita é largada no mesmo instante, da mesma altura – adaptado de <http://www.absorblearning.com/physics/contents.html>. [17]

(ver tarafa 8 em apêndice A)

### 3.7.1. LANÇAMENTO OBLÍQUO - COMPOSIÇÃO DE DOIS MOVIMENTOS (UNIFORME E UNIFORMEMENTE VARIADO) – EXTENSÃO AOS CONTEÚDOS DO 11º ANO DE ESCOLARIDADE

O **lançamento oblíquo** – projétil lançado com velocidade inicial fazendo um ângulo  $\alpha$  com a horizontal – é um caso mais geral do movimento dos projéteis.

O movimento de um corpo lançado obliquamente com velocidade inicial  $\vec{v}_0$ , fazendo um ângulo  $\alpha$  com a horizontal – **lançamento oblíquo** – pode ser analisado como a composição de dois movimentos, isto é, resultante da sobreposição de dois movimentos<sup>8</sup>, sendo um uniforme e horizontal e outro uniformemente variado e vertical, com aceleração de módulo  $g$  nesta direção<sup>9</sup>, se for desprezável a resistência do ar – figura 30.

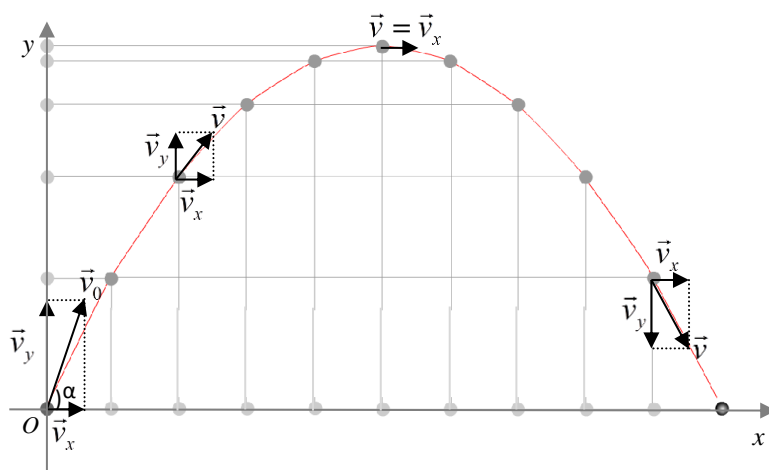


Figura 30: Lançamento oblíquo.

Imagem estroboscópica que evidencia a composição de dois movimentos no lançamento oblíquo. A velocidade é constante da direção horizontal mas varia uniformemente na direção vertical: diminui na subida e aumenta na descida – editado de

<http://science.sbccc.edu/physics/flash/projectilemotion.swf>. [18]

(ver tarafa 9 em apêndice A)

Esta **separação dos movimentos** é bastante útil, uma vez que já se sabe como analisar tanto o movimento com velocidade constante quanto o movimento com aceleração constante. Desta forma a combinação destes movimentos em duas dimensões, permite determinar a trajetória do projétil.

<sup>8</sup> Estes movimentos poderiam mesmo ocorrer separadamente (por exemplo: uma esfera impulsionada movendo-se no tampo polido de uma mesa, entrando em queda livre a partir da extremidade do tampo), mas, na realidade, ocorrem concomitante e conjuntamente, de acordo com o princípio da independência das forças de Galileu: “Quando várias forças atuam sobre a mesma partícula, cada força atua independentemente das demais.”. Deste princípio, hoje considerado como um corolário deduzido da lei fundamental do movimento, resulta uma outra lei – a *lei da independência ou sobreposição dos movimentos simultâneos*, que mostra que os vários movimentos simultâneos que um móvel tenderia a possuir, por ação de forças, sobrepõem-se de tal modo que a posição final do móvel é a mesma que viria a ocupar se estivesse submetido, sucessiva e isoladamente, a cada um desses movimentos.

<sup>9</sup> Anexo D: tipo de movimento num lançamento oblíquo



Antes de descrever a trajetória de forma específica, é necessário definir um sistema de referência, onde se posicionará o observador (real ou imaginário), de forma a medir tanto a coordenada horizontal  $x$  quanto a coordenada vertical  $y$  do projétil desde o seu ponto de partida.

Convenciona-se, então, um sistema de coordenadas cartesianas com origem no ponto mais baixo da trajetória e na vertical da posição inicial, tendo a coordenada horizontal sentido positivo coincidente com o movimento neste eixo, e sendo a coordenada vertical dirigida de baixo para cima – figura 31.

Dado que:

- na direção horizontal não existem forças aplicadas no projétil, a aceleração é nula; o movimento é uniforme – a abscissa é igual à de um corpo que se move com velocidade constante  $\vec{v}_0 = \vec{v}_x$ .
- na direção vertical a resultante das forças (correspondente à força gravítica) é constante, assim, também é constante a aceleração (igual a  $\vec{g}$ ); o movimento é uniformemente variado (retardado na subida e acelerado na descida) – a ordenada é igual à de um corpo que se lança verticalmente (no sentido ascendente).

Pode-se resumir as características deste movimento numa tabela – tabela 3.

Tabela 3 – Características dos movimentos componentes do lançamento oblíquo.

	Resultante das forças	Tipo de movimento	Aceleração	Velocidade	Posição
<b>Direção horizontal</b>	$F_{Rx}(t) = 0$	Uniforme	$a_x(t) = 0$	$v_x(t) = v_{0x} = v_0 \cos \alpha$	$x(t) = x_o + v_0 \cos \alpha t$
<b>Direção vertical</b>	$F_{Ry} = -F_g$	Uniformemente variado (retardado na subida e acelerado na descida)	$a_y(t) = -g$	$v_y(t) = v_{0y} - g t \Leftrightarrow \Leftrightarrow v_y(t) = v_0 \sin \alpha - g t$	$y(t) = y_o + v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 \Leftrightarrow \Leftrightarrow y(t) = y_o + v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2$

Como mostra a figura 30 e a equação  $v_y(t) = v_0 \sin \alpha - g t$ , a componente vertical da velocidade corresponde a uma partícula lançada para cima. Inicialmente está dirigida para cima e seu módulo diminui

continuamente até se anular o que determina a altura máxima da trajetória. De seguida a componente vertical da velocidade muda de sentido e seu módulo passa a aumentar com o tempo.

A equação da trajetória e o alcance horizontal,  $\Delta x$ , pode-se deduzir a partir das equações

$$x(t) = x_0 + v_0 \cos \alpha t \text{ e } y(t) = y_0 + v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2 \text{ por resolução em ordem a } t \text{ obtendo-se:}$$

- para a **equação da trajetória** (fazendo  $x_0 = 0$  e  $y_0 = 0$ ):

$$y = \tan \alpha x - \frac{g}{2(v_0 \cos \alpha)^2} x^2, \text{ mostrando que a trajetória é parabólica, visto que } \tan \alpha \text{ e o coeficiente de } x^2 \text{ são}$$

constantes (equação do tipo  $y = ax - bx^2$ , ou seja equação de uma parábola);

- para o **alcance horizontal**,  $\Delta x$ , (fazendo  $\Delta y = 0$  – *altura final igual à altura inicial do lançamento*):

$$\Delta x = \frac{2v_0^2}{g} \sin \alpha \cos \alpha \Leftrightarrow \Delta x = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha \text{ (usando a propriedade } \sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha), \text{ observando-se que}$$

o alcance horizontal é máximo para  $\sin 2\alpha = 1$ , o que corresponde a  $\alpha = 45^\circ$ , e que ângulos de lançamento complementares originam o mesmo alcance.

Os resultados obtidos são válidos quando:

- o alcance é suficientemente pequeno para que se possa desprezar a curvatura da Terra;
- a altura é suficientemente pequena para que a variação da gravidade com a altura possa ser desprezada;
- a velocidade inicial é suficientemente pequena para que se possa desprezar a resistência do ar.

Um caso particular do movimento de projéteis corresponde à situação em que o lançamento é feito horizontalmente, isto é, com velocidade inicial sem componente vertical,  $\vec{v}_0 = \vec{v}_x$ . Este é o caso analisado no contexto do 11º ano de escolaridade.

### 3.7.2. LANÇAMENTO HORIZONTAL – COMPOSIÇÃO DE DOIS MOVIMENTOS (UNIFORME E UNIFORMEMENTE ACELERADO)

O movimento de um corpo lançado horizontalmente com velocidade inicial  $\vec{v}_0$  também é analisado como a resultante da sobreposição de dois movimentos, sendo um uniforme e horizontal e outro uniformemente acelerado e vertical – figura 31.

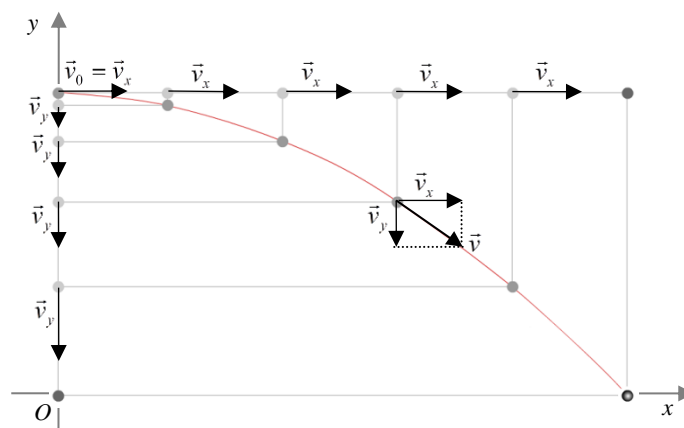


Figura 31: Lançamento horizontal.

Imagem estroboscópica que evidencia a composição de dois movimentos no lançamento horizontal – movimento horizontal com velocidade constante e movimento vertical acelerado devido à gravidade – editado de <http://science.sbccc.edu/physics/flash/projectilemotion.swf>. [18]  
(ver tarafa 10 em apêndice A)

Convencionando-se um sistema de coordenadas cartesianas com origem no ponto mais baixo da trajetória e na vertical da posição inicial, tendo a coordenada horizontal sentido positivo coincidente com o movimento neste eixo, e sendo a coordenada vertical dirigida de baixo para cima – figura 31.

Conclui-se que:

- como na direção horizontal não existem forças aplicadas no projétil (aceleração nula), o movimento é uniforme – a abscissa é igual à de um corpo que se move com velocidade constante.
- como na direção vertical a resultante das forças (correspondente à força gravítica) é constante, também é constante a aceleração (igual a  $\vec{g}$ ) e o movimento é uniformemente acelerado – a ordenada é igual à de um corpo que se deixa cair a partir do repouso (a componente vertical da velocidade inicial é nula).

As **características deste movimento** podem ser resumidas na seguinte tabela – tabela 4 (tendo em conta o sistema de eixos indicado na figura 31) – eliminando  $v_{0,y}$  e fazendo  $v_{0,x} = v_0$ .

Tabela 4 – Características dos movimentos componentes do lançamento horizontal.

	Resultante das forças	Tipo de movimento	Aceleração	Velocidade	Posição
Direção horizontal	$F_{Rx}(t) = 0$	Uniforme	$a_x(t) = 0$	$v_x(t) = v_0$	$x(t) = x_o + v_0 t$
Direção vertical	$F_{Ry} = -F_g$	Uniformemente acelerado	$a_y(t) = -g$	$v_y(t) = -g t$	$y(t) = y_o - \frac{1}{2} g t^2$

Para determinar o módulo (ou norma) da velocidade num dado instante, pode-se considerar as suas componentes:  $\|\vec{v}\| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ .

Também se pode determinar o módulo da velocidade a partir da lei da conservação da energia mecânica ( $E_m = E_c + E_{pe}$ ), já que a resistência do ar é desprezável e a única força a atuar no corpo,  $\vec{F}_g$ , é conservativa.

A descrição do movimento é efetuado de forma independente através das equações  $x(t) = x_o + v_0 t$  e  $y(t) = y_o - \frac{1}{2} g t^2$ , uma envolvendo a coordenada  $x$  e, a outra, a coordenada  $y$ . Contudo, como dependem

de um parâmetro comum, o tempo  $t$ , são designadas por **equações paramétricas**, e eliminando  $t$  nessas equações obtém-se a relação entre  $x$  e  $y$  para a posição do projétil em qualquer valor de  $t$ , demonstrando-se que a trajetória é parabólica:

$$\begin{cases} x = x_o + v_0 t \\ y = y_o - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} t^2 = \frac{x^2}{v_0^2} \text{ (com } x_o = 0) \\ y = y_o - \frac{g}{2v_0^2} x^2 \text{ equação de uma parábola} \end{cases}$$

Determinando o **tempo de voo** (tempo durante o qual o projétil permanece no ar),  $t_{voo}$ , na equação correspondente à coordenada  $y$ , determina-se o **alcance** (distância percorrida na horizontal, em relação à vertical da posição de lançamento),  $\Delta x$ , do projétil:

$$\begin{cases} x = x_o + v_0 t \\ y = y_o - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \Delta x = v_0 t_{voo} \\ \sqrt{\frac{2\Delta y}{g}} = t_{voo} \end{cases}$$

#### Efeito da resistência do ar

Em muitas situações (na realidade, a maior parte) a diferença entre a trajetória calculada e a trajetória real do projétil pode ser muito grande, já que o ar se opõe ao movimento (dependendo a resistência do ar do módulo da velocidade). A figura 32 mostra as trajetórias de duas bolas lançadas fazendo um ângulo  $\theta$  com a horizontal, com uma dada velocidade inicial. A trajetória (a) foi calculada para as condições normais, levando em conta a resistência do ar – a trajetória não é parabólica pois o movimento deixa de ser uniforme no eixo  $Ox$ , e deixa de ser uniformemente variado no eixo  $Oy$ . A trajetória (b) (de uma bola em condições ideais) é a trajetória que a bola seguiria no vácuo – uma trajetória parabólica.

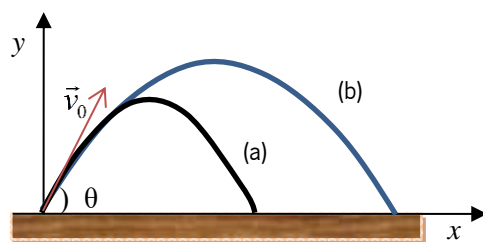


Figura 32: Trajetória real do projétil.  
 Duas bolas lançadas fazendo um ângulo  $\theta$  com a horizontal, com uma dada velocidade inicial.  
 A trajetória (a) não é parabólica devido à ação do ar.

### 3.8. MOVIMENTO CIRCULAR

Quando a **resultante das forças** aplicadas a uma partícula não tem a direção da velocidade inicial da mesma (como no caso do lançamento de um projétil), a **trajetória é curvilínea**, podendo **variar a direção e o módulo da velocidade**, que é um vetor sempre tangente à trajetória.

Considere-se uma situação (figura 33) em que a uma partícula que se desloca ao longo de uma trajetória retilínea no plano horizontal é aplicada uma força que faz um ângulo  $\alpha$  com a direção da velocidade.

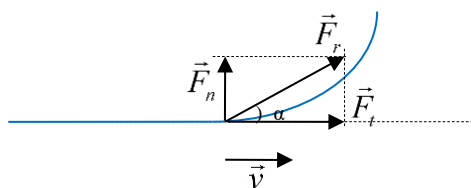


Figura 33: Resultante faz forças num movimento curvilíneo.  
 Num movimento curvilíneo a resultante das forças está sempre dirigida para o interior da curva.

Sujeita a estas condições a partícula descreverá uma curva plana. Visto que a resultante das forças,  $\vec{F}_r$ , está dirigida para a concavidade da curva, pode ser decomposta numa componente tangencial,  $\vec{F}_t$  - paralela à tangente à trajetória e denominada força tangencial - e numa componente normal,  $\vec{F}_n$  - paralela à normal à trajetória e denominada força normal (também designada por força centrípeta por apontar para o centro da trajetória).

A partir da Segunda Lei de Newton, pode-se concluir que existe uma aceleração associada a cada uma destas componentes - **aceleração tangencial**,  $\vec{a}_t$ , relacionada com a variação do módulo da velocidade, e **aceleração normal**,  $\vec{a}_n$ , relacionada com a variação da direção da velocidade (também designada por aceleração centrípeta). As componentes tangencial e normal da aceleração têm, respetivamente, a direção e

o sentido das componentes tangencial e normal da resultante das forças. Por isso a aceleração é a soma das componentes tangencial e normal:

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n \quad (19)$$

#### A aceleração tangencial:

- é um vetor tangente à trajetória e terá o sentido do vetor velocidade se o movimento for acelerado e o sentido contrário se o movimento for retardado;
- é tanto maior quanto mais rapidamente variar o módulo da velocidade (se o módulo da velocidade variar sempre da mesma forma, nos mesmos intervalos de tempo, a aceleração tangencial é constante e o movimento é uniformemente variado);
- não existe nos movimentos retilíneos ou curvilíneos uniformes porque o módulo da velocidade não varia;
- nos movimentos retilíneos coincide com a aceleração total,  $\vec{a}$ ;
- como mede a variação do módulo da velocidade num dado instante, o seu módulo é a derivada temporal do módulo do vetor velocidade:

$$|\vec{a}_t| = \frac{d|\vec{v}|}{dt} \text{ (m/s}^2\text{)} \quad (20)$$

#### A aceleração normal:

- é um vetor normal (ou perpendicular) ao vetor velocidade e sentido dirigido para o interior da trajetória curvilínea;
- é tanto maior quanto mais rapidamente variar a direção da velocidade;
- existe sempre nos movimentos curvilíneos porque a direção da velocidade varia e não existe nos movimentos retilíneos (a direção da velocidade não varia);
- nos movimentos uniformes curvilíneos coincide com a aceleração total,  $\vec{a}$ ;
- o seu módulo é diretamente proporcional ao quadrado do módulo da velocidade e inversamente proporcional ao raio de curvatura da trajetória<sup>10</sup>:

$$|\vec{a}_n| = \frac{|\vec{v}|^2}{r} \text{ (m/s}^2\text{)} \quad (21)$$

Numa trajetória circular o raio da curvatura coincide com o raio da circunferência e tende para o infinito se a curva se aproximar de uma reta.

Definindo dois eixos perpendiculares com origem na partícula, um com a direção da velocidade e outro com direção perpendicular à anterior e dirigido para o centro de curvatura, cujos vetores unitários são respetivamente,  $\vec{e}_t$  e  $\vec{e}_n$  (figura 34), o vetor aceleração escrever-se-á:  $\vec{a} = a_t \vec{e}_t + a_n \vec{e}_n$ .

<sup>10</sup> Anexo E: Dedução da expressão que permite determinar o módulo da aceleração normal.

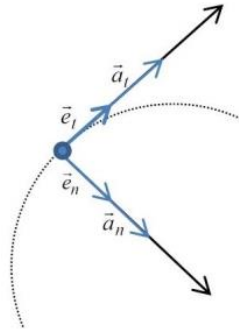


Figura 34: Aceleração tangencial e normal.

Eixos tangencial e normal ligados a uma partícula, cujas direções e sentidos são definidos pelos vetores unitários  $\vec{e}_t$  e  $\vec{e}_n$ .

Ou, usando as equações 20 e 21:

$$\vec{a} = \frac{d|\vec{v}|}{dt} \vec{e}_t + \frac{|\vec{v}|^2}{r} \vec{e}_n \quad (22)$$

Sendo o módulo da aceleração dado por:

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} \quad (\text{m/s}^2) \quad (23)$$

### 3.8.1. MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME – VELOCIDADE LINEAR, VELOCIDADE ANGULAR, ACELERAÇÃO, PERÍODO E FREQUÊNCIA

Uma partícula em movimento com uma **resultante de forças com direção perpendicular à velocidade**, tem uma trajetória circular sem alteração do módulo da velocidade – está em **movimento circular uniforme**.

Considere-se um movimento em que uma partícula descreve uma trajetória circular de raio  $r$  no plano  $xOy$  em torno de um eixo perpendicular a esse plano – figura 35.

Se o vetor posição fizer, num dado instante,  $t$ , um ângulo  $\theta$  com o eixo dos  $xx$ , as coordenadas da partícula serão:  $x = r \cos \theta$  e  $y = r \sin \theta$ , onde  $\theta$  varia com o tempo, isto é,  $\theta = \theta(t)$ . Estas são as **equações paramétricas do movimento circular**.

A descrição do movimento da partícula pode ser feita utilizando a distância percorrida sobre a trajetória (ou deslocamento escalar),  $s$ , e o ângulo descrito pela partícula,  $\Delta\theta$ .

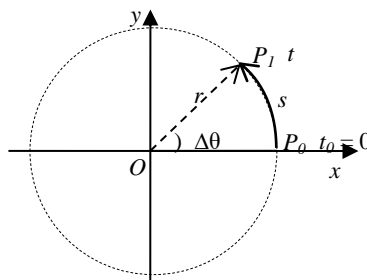


Figura 35: Descrição do movimento circular.

Se no instante  $t_0$  a partícula estiver na posição  $P_0$  e no instante  $t$  se encontrar na posição  $P_t$ , nesse intervalo de tempo percorre uma distância,  $s$ . Também nesse intervalo de tempo o segmento de reta que une a partícula ao centro da trajetória (o raio) descreve um ângulo,  $\Delta\theta$ , que está relacionado com **distância percorrida** sobre a trajetória pela expressão:

$$s = \Delta\theta \cdot r \text{ (m)} \quad (24)$$

Com o ângulo expresso em radiano.

Durante o seu movimento mantém-se o módulo da velocidade. Assim a partícula levará sempre o mesmo tempo a percorrer a mesma distância, isto é, o movimento é periódico e o tempo em que percorre uma volta completa designa-se por **período**,  $T$ , sendo expresso em segundo, desta forma o número de rotações por segundo é sempre o mesmo e designa-se por **frequência**,  $f$ , sendo expresso em  $s^{-1}$  ou hertz,  $Hz$ . A frequência e o período relacionam-se pela expressão:  $T = \frac{1}{f}$ .

Como o módulo da velocidade é igual à rapidez e esta à rapidez média, vem:

$$v = \frac{s}{\Delta t} \Leftrightarrow v = \frac{\Delta\theta \cdot r}{\Delta t} \Leftrightarrow v = \frac{2\pi \cdot r}{T} \text{ (m/s)} \quad (25)$$

Sendo esta grandeza designada por **velocidade linear** (módulo).

Contudo o vetor velocidade não é constante pois varia em direção.

De modo similar o módulo da velocidade com que é descrito o ângulo é constante. Assim o módulo da **velocidade angular** média,  $\omega_m$ , que é igual ao módulo da velocidade angular instantânea,  $\omega''$ , é dado pelo quociente:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \Leftrightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \Leftrightarrow \omega = 2\pi f \text{ (rad/s)} \quad (26)$$

Sendo  $2\pi$  rad o ângulo descrito durante uma volta completa, que corresponde a um intervalo de tempo igual a um período,  $T$ .

A **relação entre os módulos da velocidade angular e linear** estabelece-se comparando as equações 25 e 26, obtendo-se:

$$v = \omega r \quad (27)$$

Num instante  $t$ , a expressão  $\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$  pode ser escrita na forma  $\omega = \frac{\theta - \theta_0}{t - t_0}$ , o que nos permite concluir

que, no movimento circular uniforme, o ângulo  $\theta$  é a seguinte função do tempo:

$$\theta(t) = \theta_0 + \omega t \text{ (rad)} \quad (28)$$

---

<sup>11</sup> Anexo F: posição angular e características do vetor velocidade angular.



O ângulo  $\theta$  varia linearmente com o tempo e pode ser positivo ou negativo, consoante a partícula se mova no sentido positivo (que é, por convenção, contrário ao sentido do movimento dos ponteiros de um relógio) ou negativo.

Quando a partícula está em **movimento circular uniforme** descreve uma circunferência ou um arco de circunferência com velocidade de módulo constante. Embora o módulo da velocidade não varie, o movimento é acelerado porque a velocidade muda de direção.

Neste caso a aceleração tem, em cada instante, a direção do raio e está orientada para o centro da trajetória, sendo por isso designada por aceleração centrípeta (ou aceleração normal) – figura 36.

O módulo da aceleração centrípeta é dado pela equação 21. Podendo-se obter,  $a_c = \omega^2 r$ , combinando as equações 21 e 27.

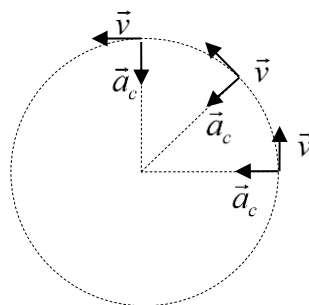


Figura 36: Aceleração num movimento circular uniforme.

No movimento circular e uniforme a aceleração (e a correspondente resultante das forças) está orientada para o centro e é, em cada instante, perpendicular à velocidade.

Um exemplo deste tipo de movimento é o dos corpos em órbita da Terra, como os **satélites** que orbitam a diferentes altitudes em torno da Terra, consoante o fim a que se destinam, sujeitos apenas à força gravítica (que é centrípeta), que apenas altera a direção da velocidade e não o seu módulo<sup>12</sup>.

Os **satélites geostacionários (S)**, cujo período é igual ao período de rotação da Terra, estão “imóveis” sobre um determinado ponto da mesma, isto é, mantêm-se em repouso em relação a um local da Terra (**T**). São satélites de órbita alta e o plano da órbita é o equatorial, sendo usados para as comunicações e observações permanentes de uma mesma região do globo. São responsáveis pela interligação entre continentes e pela expansão da internet.

<sup>12</sup> O módulo da velocidade de um satélite em órbita designa-se por velocidade orbital e não depende da massa do satélite, dependendo da massa e raio da Terra. O seu módulo deduz-se usando a Lei da Gravitação Universal e a 2ª Lei de Newton:

$$F_g = G \frac{m_T m_S}{r^2} \Leftrightarrow F_r = G \frac{m_T m_S}{r^2} \Leftrightarrow m_S a_c = G \frac{m_T m_S}{r^2} \Leftrightarrow m_S \frac{v^2}{r} = G \frac{m_T m_S}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{G \frac{m_T}{r}} \text{ (m/s)}$$

Em que  $r = r_{Terra} + h$

A força gravítica,  $\vec{F}_g$ , que atua no satélite, tem módulo constante mas muda de direção, que se mantém sempre perpendicular à sua velocidade,  $\vec{v}$ . Pelo que a direção da velocidade varia e o seu módulo mantém-se constante – um satélite geostacionário tem movimento circular uniforme. A força gravítica,  $\vec{F}_g$ , está orientada do satélite para o centro da trajetória, sendo, por isso, uma força centrípeta,  $\vec{F}_c$  – figura 37.

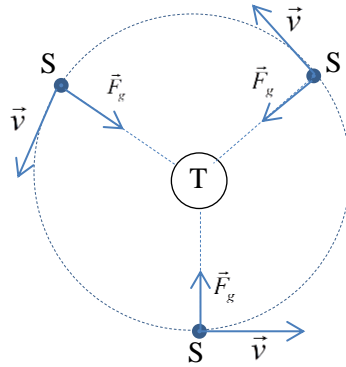


Figura 37: Resultante das forças e velocidade num movimento circular uniforme.  
Satélite que descreve uma órbita circular em torno da Terra.  
(ver [tarefa 11](#) em apêndice A)

### 3.8.2. MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORMEMENTE VARIADO – EXTENSÃO AOS CONTEÚDOS DO 11º ANO DE ESCOLARIDADE.

Se o movimento não for uniforme, isto é, se variar o módulo da velocidade, a velocidade angular varia de instante para instante, ou seja,  $\omega = \omega(t)$ . Assim é necessário o uso de uma grandeza que traduza a taxa de variação temporal da velocidade angular – a **aceleração angular**,  $\alpha$ , que é a derivada temporal da velocidade angular:

$$\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} \quad (29)$$

Considerando o movimento circular num plano, a direção de  $\vec{\omega}$  é constante e a equação 29 também é válida para o módulo das grandezas. Isto é,

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} \text{ (rad/s}^2\text{)} \quad (30)$$

Esta grandeza pode ter valores positivos ou negativos e terá o mesmo sinal da velocidade angular se o movimento for acelerado (o módulo da velocidade angular aumenta), e o sinal oposto ao da velocidade angular se o movimento for retardado (o módulo da velocidade angular diminui).

O movimento circular será uniformemente variado se a aceleração angular for constante, e as expressões que traduzem as variações do ângulo  $\theta$  e da velocidade angular  $\omega$  com o tempo têm uma forma semelhante à variação da coordenada  $x$  e da velocidade escalar  $v$  com o tempo num movimento retilíneo uniformemente variado<sup>13</sup>:

$$\theta(t) = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \quad (rad) \quad (31)$$

e

$$\omega(t) = \omega_0 + \alpha t \quad (rad/s) \quad (32)$$

Se a equação 27 for derivada em ordem ao tempo (com  $r$  constante):  $\frac{dv}{dt} = r \frac{d\omega}{dt}$  obtém-se:

$$a_t = r \alpha \quad (m/s^2) \quad (33)$$

Que é a expressão que traduz a relação entre a aceleração tangencial e a aceleração angular.

---

<sup>13</sup>Quando o movimento circular é uniformemente variado (acelerado ou retardado) obtém-se, por integração da equação 30,  $\int_{\omega_0}^{\omega} d\omega = \int_{t_0}^t \alpha dt = \alpha \int_{t_0}^t dt$  ou  $\omega = \omega_0 + \alpha (t - t_0)$ , que equivale à equação 32.

Substituindo a equação anterior na relação  $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ , obtém-se  $\frac{d\theta}{dt} = \omega_0 + \alpha (t - t_0)$ , e, integrando,  $\int_{\theta_0}^{\theta} d\theta = \int_{t_0}^t \omega_0 dt + \alpha \int_{t_0}^t (t - t_0) dt$ , obtém-se:  $\theta = \theta_0 + \omega_0 (t - t_0) + \frac{1}{2} \alpha (t - t_0)^2$ , que equivale à equação 31.

### 3.9. DESENVOLVIMENTO DE ALGUNS CONTEÚDOS COM O *SOFTWARE* MODELLUS

O *software* Modellus (Teodoro, Vieira, & Clérigo, 1997) sobressai devido à possibilidade de realizar variadas experiências conceituais com base em modelos matemáticos que são expressos por funções. Embora as funções matemáticas traduzam a realidade física em ambientes controlados, podem ser vistos com “entidades” abstratas para alguns alunos. Com este *software*, de uso intuitivo e sem nova linguagem para aprender, alunos e professores podem conferir uma representação “real” à “abstração matemática” e vislumbrar a evolução temporal da realidade física, podendo criar, ver e interagir com as representações analíticas e gráficas.

O professor pode criar um modelo e, sem mostrar a complexidade das equações que regem o modelo, analisar a forma como as grandezas físicas se relacionam, ou pode pedir aos alunos que explorem o modelo, dando as indicações necessárias – fazendo uso de materiais escritos, isto é, guias que possam suscitar a discussão com os pares, o confronto de concepções e descrições do fenómeno, e a escrita de conclusões, o que irá apurar a interpretação da informação visual recebida e melhorar a construção do conhecimento (adaptado de Teodoro, V. D., 1998) [33].

O desenvolvimento deste item baseia-se na conceção/adaptação de 14 atividades exploratórias com o *software* Modellus, correspondentes a 11 tarefas relacionadas com os temas abordados nesta parte do relatório em apêndice – apêndice A. No apêndice são apresentadas breves instruções sobre a interface do programa Modellus e imagens dos ficheiros, acompanhadas de uma tabela com uma descrição geral da atividade e o enunciado existente na janela “Notas” do modelo, através do qual o aluno é orientado na sua atuação.

## PARTE 2 – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE PROJETOS DESENVOLVIDOS E COMPETÊNCIAS ADQUIRIDAS

### 1. INTRODUÇÃO

A intervenção sustentada no conhecimento da realidade é essencial para a procura de novas fronteiras individuais e coletivas que julgo ser a ambição clara dos nossos alunos e também a nossa própria ambição em relação a eles. Expectantes, os nossos jovens procuram nos professores o apoio para cumprir as suas pretensões. É claro que o nosso objetivo é ajudá-los, orientá-los e torná-los mais felizes – atuamos sempre nesse sentido e consideramos ser essa a missão que procuramos da melhor forma cumprir. Sabemos que é fundamental dotar o mundo com indivíduos sensíveis e capazes de procurar a melhoria de todos, intervindo com capacidade.

O público em geral não sabe bem o que é a física e a química, conotando estas ciências com um grau de dificuldade exagerado, e por isso, muitas vezes, estas ciências são desprezadas e mal compreendidas, devendo-se esta situação, em parte, aos poderes instituídos, que não valorizam suficientemente a sua importância para o bem-sucedido desenvolvimento científico, económico e social do país.

Temos de atuar desde cedo, aproveitando a curiosidade natural dos mais jovens (cada vez mais “espartilhados” pela consumo excessivo da tecnologia que não entendem), e, através destes, chegar ao público em geral e mostrar a importância destas ciências.

De seguida são nomeados alguns projetos desenvolvidos com o intuito de melhorar/fortalecer o conhecimento e competências dos alunos, na perspetiva do desenvolvimento das aprendizagens dos conteúdos curriculares e na perspetiva da formação da pessoa com capacidade interventiva e inquisidora, também com o intuito de estimular a curiosidade, a nível científico, especialmente dos alunos, mas também da comunidade escolar, potenciando um sentimento de maior à-vontade num mundo que está cada vez mais imerso em ciência e tecnologia e no qual a física e a química são as ciências fundamentais que estão na base do entendimento do universo físico, permitindo-nos desenvolver aplicações tecnológicas, sem as quais a nossa sociedade não sobreviveria.

As atividades propostas têm, como ponto de partida, situações problemáticas mais ou menos abertas, que procuram suscitar o interesse por parte dos intervenientes e, simultaneamente, as aproximar de problemas do quotidiano, de forma a conferir-lhes um sentido de aplicabilidade na realidade envolvente.

## 2. APRESENTAÇÃO DE PROJETOS DESENVOLVIDOS NO ÂMBITO DA FÍSICA E/OU DA QUÍMICA DO ENSINO BÁSICO E DO ENSINO SECUNDÁRIO

- Projeto “Ciência para todos”, desenvolvido em parceria com a instituição Ciência Viva, no concurso Ciência Viva IV, no ano letivo 2006/ 2007, com o ID 1286 (anexo G1a).

Elaborei a candidatura e coordenei a execução do projeto, ao nível da concretização junto do público-alvo, e ao nível da execução fiscal (anexo G1b). Em conjunto com dois colegas, foram estabelecidas metas e planeadas as atividades de forma a envolver ativamente os alunos (público-alvo) – todas as atividades se relacionaram com a exploração de fenómenos do dia-a-dia (figura 38), tendo sido incentivada a realização de uma previsão através de questões orientadas (escritas ou de forma oral), confrontada, posteriormente com os registos efetuados (questões de resposta curta e/ou desenhos das observações), resultando na interpretação científica (adaptada ao nível etário) do fenómeno em causa.

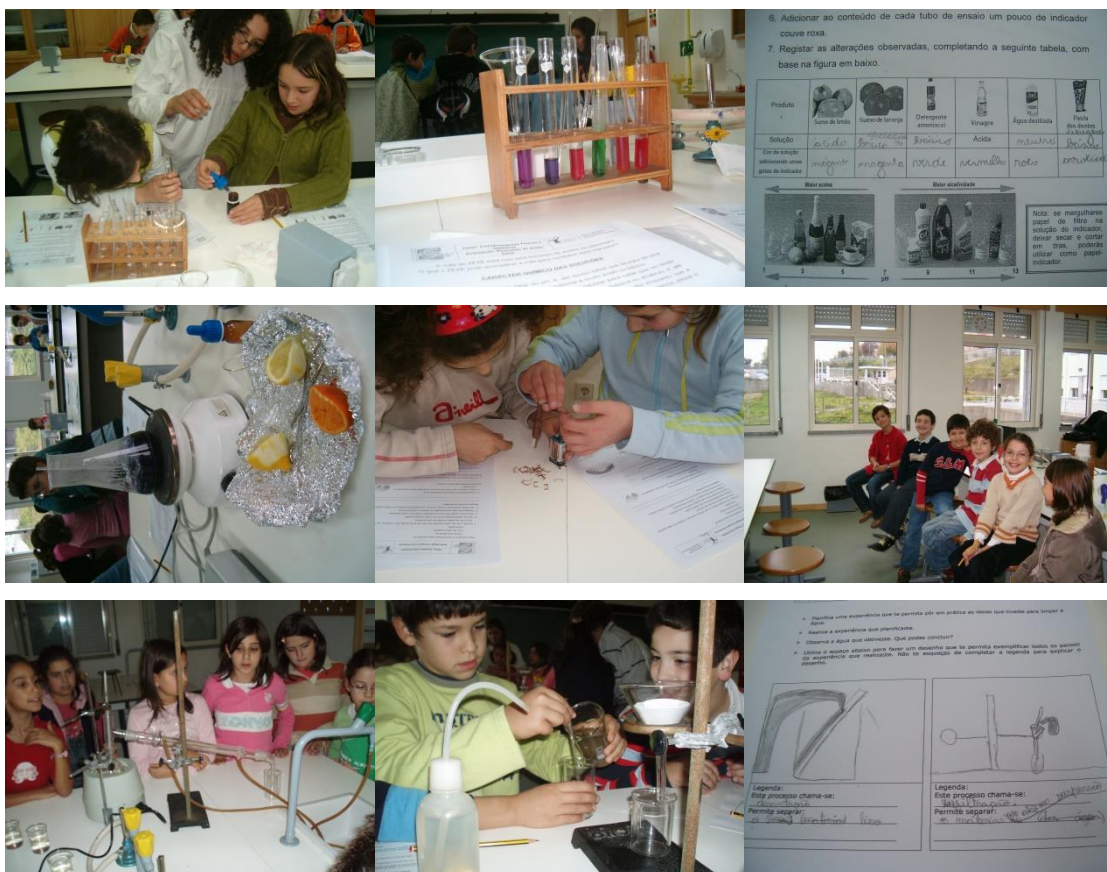




Figura 38: Alguns alunos na atividade.

O conseguimento do projeto foi muito bom pois permitiu aos alunos mais novos a exploração de muitos fenómenos do dia-a-dia, a aquisição de algumas competências importantes para o trabalho em grupo como forma de alcance do saber, o contacto com equipamentos científicos, a aquisição de equipamentos importantes para a escola e o despertar, em alguns, da curiosidade científica – no ano letivo seguinte foi criado um clube “Clube dos porquês” que deu seguimento ao trabalho desenvolvido e alimentou a curiosidade científica dos alunos que participaram no projeto e de outros que não participaram.

- Clube dos porquês

Este projeto decorreu no ano letivo 2007/2008 (anexo G2) e surgiu com a necessidade de continuar a alimentar a curiosidade científica de alguns alunos fornecendo uma ocupação útil dos seus tempos livres, e, simultaneamente, tentar mitigar a ideia de que a física e a química são ciências complexas e de estudo difícil, sem aplicabilidade prática ou com aplicabilidade apenas ao alcance dos cientistas que criam os aparelhos tecnológicos que usamos diariamente. Também foi objetivo deste projeto explorar conceitos alternativos de forma experimental e debater noções relacionadas com os currículos, tendo-se privilegiado o trabalho de grupo na realização de experiências adaptadas à idade e desenvolvimento curricular dos alunos – figura 39.

O projeto foi desenvolvido em cooperação com duas colegas, e serviu para a preparação de atividades a apresentar à comunidade escolar na “Semana da Ciência e Tecnologia” com a atividade “Ciência dos porquês”.



Figura 39: Alunos durante o desenvolvimento das atividades do clube.



A maior parte dos alunos participantes no projeto (15 alunos) frequentava o 2º ciclo e, na continuação do seu processo de ensino-aprendizagem, acabou por optar, no secundário, pelo curso de Ciências e Tecnologias, o que mostra o benefício do projeto.

O ano letivo seguinte trouxe alterações à organização escolar e o projeto acabou por não ter continuidade.

- Semana da Ciência e Tecnologia

Decorreu no dia 21 de novembro de 2007 numa parceria com a Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica – Ciência Viva –, na modalidade Oficinas / WorkShops (anexo G3a).

Coordenei o projeto para mostrar a simplicidade das ciências Físicas, Químicas e Naturais, tendo contado com a parceria de uma colega com formação em Biologia e Geologia.

Foram realizadas experiências simples (anexo G3b) para alunos do 1º ciclo (figura 40).



Figura 40: Alguns alunos na atividade.

- Clube de robótica

Iniciei, em conjunto com dois colegas – um colega de informática e uma colega do meu grupo –, o clube de robótica da escola Santos Simões, no ano letivo 2008/2009 (anexo G4).

O projeto objetivava constituir um espaço para alunos motivados para a ligação entre a ciência, arte e tecnologia e na demonstração dessa mesma ligação à comunidade, através da realização de mostras do trabalho alcançado, na escola – nos dias da “Escola em Movimento” e em aulas de física, com demonstração dos tipos de movimento, e nos “encontros” relacionados com a robótica – eventos, festivais, campeonatos – figuras 41 e 42.



Figura 41: Atividade “Roboparty” e robô construído (Guimarães, fevereiro e março de 2009).





Figura 42: Sagração de campeão nacional de Dança Robótica Júnior, no 14º Festival de Robótica (Espinho, maio de 2014).

- “Feira de Ciências”/ “Dia das Ciências”/”Laboratórios abertos”/”Física e Química para Totós”

Nestas atividades, integradas no plano anual de atividades, que decorrem anualmente nos últimos dias do 2º período, dias da “Escola em Movimento”, nos laboratórios de física e de química (figuras 43 e 44), alunos mais velhos (do curso de Ciências e Tecnologias) e com mais competências, mostram (e ajudam a compreender) a alunos mais novos (3º e 4º anos de escolaridade, 2º e 3º ciclos e outros) um pouco do seu saber (anexo G5a). Também foi proposto aos alunos dos vários níveis de ensino, a apresentação de uma (ou várias) atividade experimental à comunidade escolar – os alunos foram motivados para a elaboração e desenvolvimento de protocolos e experiências de apresentação simples (anexo G5b).



Figura 43: Desenvolvimento das atividades.







Figura 44: Alunos a participar nas atividades desenvolvidas por alunos mais velhos.

O envolvimento dos alunos é bom e é notório o interesse suscitado na comunidade escolar, pelo grau de adesão da mesma.

- Exposição “A Física no dia-a-dia”

A exposição “A Física no dia-a-dia” decorreu entre os dias 22 de abril e 3 de maio de 2013 (anexo G6a), e é uma das quatro atividades que compõem o programa “O Mundo na Escola”, que é uma iniciativa do Ministério da Educação e Ciência e programa para a formação cultural em todas as áreas do conhecimento, visando, entre outros objetivos, levar as melhores práticas da divulgação científica na área da Ciência, até às escolas.

Fiz a candidatura para receber a exposição “A Física no dia-a-dia” na escola (anexo G6b) pois achei que seria uma ótima forma de envolver os alunos, a comunidade escolar e a comunidade local nos assuntos relacionados com a ciência.

A forma de conceção desta exposição (em que todos podem realizar várias experiências) expõe a ciência revelando a sua aplicabilidade prática em assuntos do quotidiano, o que a torna num veículo de sucesso de divulgação científica, potenciando o interesse pelo papel da ciência, mostrando a sua indissociável ligação ao desenvolvimento tecnológico – facto que procuramos todas as aulas evidenciar.

Na materialização desta “exposição” estiveram envolvidos vários professores e funcionários, pois foi necessário reorganizar a biblioteca (figura 45) – espaço físico onde decorreu a “exposição” –, fazer uma escala de apoio aos monitores da exposição que englobou todos os professores de Física e Química e todos os professores de Ciências Naturais e de Biologia Geologia, durante todo o período em que decorreu a exposição, tendo sido libertados de outras funções não letivas e, também, tendo estado presentes por voluntariado.



Figura 45: Espaço físico onde decorreu a “exposição” – biblioteca escolar.

Para a divulgação da “exposição” foram elaborados cartazes publicitários e convites endereçados aos representantes das entidades oficiais e forças vivas locais e às outras escolas da região, e notícias para o jornal e rádio local (anexo G6c).

A “exposição” foi visitada por todos os alunos (do primeiro ciclo ao secundário) do agrupamento (cerca de 900 alunos), por vários alunos de outros agrupamentos da região (cerca de 120), por vários professores de todas as áreas, por vários encarregados de educação e por várias pessoas simplesmente interessadas em ciência, que visitaram a “exposição” mais do que uma vez – figura 46.



Figura 46: Participação de alunos e outras pessoas, na atividade.

A “exposição” foi bem recebida pela comunidade escolar e pela comunidade local e, decerto, contribuiu para a divulgação da ciência e para a desmistificação da ideia da ciência feita apenas por cientistas e pessoas com

conhecimentos mais avançados. Também contribuiu para fomentar a curiosidade e aproximar a comunidade da escola, e dentro das famílias, para estimular vínculos e compromissos com o processo de aprendizagem.

- Visitas de estudo

São projetos que procuram incentivar a aprendizagem num contexto extra escola (anexo G7a), tendo em conta o público-alvo, de forma a: estimular o interesse pela ciência, reconhecer as ligações entre a ciência, sociedade, tecnologia e ambiente; caracterizar o objeto de estudo da Física e da Química enquanto Ciências, reconhecendo a sua importância no quotidiano; ampliar competências sobre processos e métodos da Ciência, incluindo a aquisição de competências práticas/laboratoriais/experimentais, referindo áreas de intervenção da Física e da Química em contextos pessoais, sociais, políticos e ambientais; contribuir para a compreensão de alguns fenómenos naturais; fomentar relações de qualidade entre alunos e entre estes e os professores; formar a postura intelectual e comportamental apropriada a diferentes realidades (figura 47).

As visitas de estudo são, em princípio, projetadas no início do ano letivo, sendo incluídas no plano anual de atividades (anexo G7b).



Figura 47: Participação dos alunos numa visita de estudo (visita de estudo ao pavilhão da água).

- Projeto MEDEA (MEDição dos campos Eletromagnéticos no Ambiente) - anexo G8

A ação sobre conhecimentos adquiridos na escola, na vida diária, cria um registo mais forte e com melhor significado, fortalecendo o sentimento da aplicabilidade prática da ciência e sobre o seu impacto na sociedade.

Neste projeto, que alguns alunos se comprometeram levar a cabo, são desenvolvidas competências que incluem valências várias – investigação, cooperação, organização, sistematização e exploração de equipamentos distintos dos habituais.

Este projeto não foi finalizado pois o período de receção do equipamento coincidiu com o período final das aulas e os alunos, todos do 11º ano de escolaridade, não conseguiram conciliar as tarefas necessárias à finalização do projeto com o estudo que tinham de fazer para finalização e apresentação de outros trabalhos

às várias disciplinas; para as fichas de avaliação finais; para a preparação para os exames nacionais de Física e Química A, Biologia e Geologia e Filosofia. Houve tempo no final destas tarefas, mas os alunos não responderam ao reclamado – finalização do trabalho iniciado.

### 3. TRABALHOS PRÁTICOS/LABORATORIAIS

A evolução da cultura científica é feita com base na experimentação, projetando atividades práticas/laboratoriais que mostram o sentido prático das Leis e Princípios estudados nas aulas de índole mais teórico e abstrato onde se efetuam experiências mentais e em ambientes idealmente controlados, que permitem compreender os conceitos.

O trabalho prático assenta na atividade do aluno, e pode consistir na resolução de exercícios, na pesquisa de informação, na entrevista à comunidade educativa. O trabalho laboratorial envolve a manipulação de material, e pode ter como finalidade a verificação dos conhecimentos adquiridos ou pode partir de uma situação problemática em que há uma manipulação e controlo de variáveis. Neste caso é um trabalho experimental. O trabalho de campo é realizado no campo, onde se poderão utilizar materiais de laboratório e ter um carácter experimental<sup>14</sup> [34].

O registo das “mãos na massa” (proporcionado especialmente pelo trabalho laboratorial) é forte, e quando o que é projetado não verifica a teoria, tudo se pode tornar mais interessante pois a inquisição natural dos porquês e a procura das respostas, potencia a apropriação de competências fundamentais para o desenvolvimento e cria terreno fértil para a evolução do conhecimento (é claro que não é um caminho sem obstáculos e é necessária uma orientação adequada, sob pena de as conclusões retiradas reforçarem a dificuldade de abordagem dos assuntos).

Claro que as diversas atividades realizadas são fruto de um intenso trabalho prévio de preparação no sentido de as articular com aprendizagens anteriores e a verificação dessas aprendizagens, assentam sempre no método científico – ilustrado pela figura 48.

---

<sup>14</sup> Adaptado do site <https://aveiro35.wordpress.com/8-trabalho-pratico/>, consultado em 07/2016





Figura 48: Método Científico.

(reproduzido do site: <http://www.mundobiologia.com/2013/08/o-metodo-cientifico-e-suas-etapas.html>)

Quer os programas de Físico-Química do nível básico, quer os de Física e Química A e de Física e de Química, do nível secundário, refletem este sentimento e estão adaptados para que o conhecimento se construa com base neste registo, propondo uma série de atividades práticas/laboratoriais de execução obrigatória que cabe aos professores adaptar ao tipo de alunos e ao material laboratorial existente.

A execução de trabalhos laboratoriais no nível básico é dificultada pelo tempo em laboratório (em geral 45 min com metade da turma) e, por vezes, pela pouca destreza de muitos dos alunos, em resultado, alguns trabalhos laboratoriais são preteridos e/ou analisados em menor pormenor. No nível secundário, onde o grau de profundidade é muito maior, o tempo designado (135 min com metade da turma) é suficiente, e o nível de consecução tem de ser total (já que estes alunos estão sujeitos a avaliação externa que engloba itens de natureza laboratorial).

O trabalho prático/laboratorial para que seja implementado de forma eficaz e conducente a aprendizagens efetivas deve incluir uma determinação clara dos objetivos de aprendizagem a alcançar, deve ter diversidade de formatos, dar primazia a um elevado grau de abertura e abordar assuntos contemporâneos e que se relacionem com o conhecimento e experiências dos alunos, sendo importante a associação às novas tecnologias de informação e comunicação de forma a potenciar a compreensão do mundo natural.

Desta feita, no decurso das aulas procuro implementar diferentes dinâmicas experimentais com o intuito de potenciar um ensino da Física e da Química mais diligente, onde sobressaia a vontade dos alunos para o saber e para o saber fazer. Procurando adotar o papel de mediador das aprendizagens, organizo as atividades de forma a lhes permitir a construção do conhecimento científico a partir das ideias prévias de cada um, em confronto com os conceitos analisados. Considero fundamental fomentar uma participação ativa dos alunos,

problematizar os saberes, organizar processos de partilha, interação e reflexão crítica através de debates sobre situações problemáticas, estimulando deste modo a criatividade e o envolvimento dos alunos no seu processo de aprendizagem.

Nem sempre os alunos são motivados pelas atividades experimentais, pois nem todos se empolgam e alguns até mostram aversão e/ou poucas expectativas por estas atividades (Hodson, 1994) [35], ou porque é já uma vivência rotineira ou porque sentem muitas dificuldades em executar protocolos mais flexíveis e/ou mais complexos – desde a sua formação inicial estão habituados a “receberem tudo pronto”, o que gera insegurança na abordagem de novos “projetos” (Giani, 1998) [36].

Em apêndice – apêndice B –, apresentam-se alguns trabalhos práticos/laboratoriais desenvolvidos e que julgo cumprirem os objetivos supracitados, contribuindo positivamente para o processo de ensino/aprendizagem, assim como algumas fotografias dos alunos a executar os trabalhos.



## PARTE 3 – FORMAÇÃO

### 1. INTRODUÇÃO

A Ciência (e Tecnologia), costumeira como se exige, sujeita o cidadão comum a interpretações concordantes com os fenómenos presenciados/descritos, tendo a escola o papel principal na formação de indivíduos capazes de moldar a linguagem em coerência com a observação.

Um ensino das Ciências e Tecnologias de qualidade é condição necessária para a persecução da formação de cidadãos conscientes e intervenientes e passa pela valorização do trabalho experimental e pela análise adequada, cuidada e tecnológica/graficamente proporcionada. Este é um componente fundamental para a educação em ciência.

Os programas de ciências Físicas e Químicas reforçam esta vertente, e, há necessidade de uma complementaridade em aspetos recentes, que implicam o uso de novas tecnologias na abordagem das atividades experimentais e na diversificação do método de ensino.

Sabendo constatar a indispensabilidade de atualização de conhecimentos, tentei gerir esta necessidade, selecionando as ações (de entre as proporcionadas pelos centros de formação) que melhor pudessem ir de encontro com o apuro das técnicas e saberes, de forma a cumprir mais eficazmente as minhas funções de professor (ao nível de atividades letivas e não letivas).

### 2. FORMAÇÃO CONTÍNUA

Realizei ações de formação (mencionadas na tabela 5) tendo em conta as necessidades específicas do meu grupo de recrutamento e as necessidades da escola, e o contributo destas para o desenvolvimento da minha profissionalidade – todas proporcionaram ampliação de saberes e competências.

Tabela 5 – Ações de formação creditadas.

Data de realização	Ações de formação	Importância para o desempenho profissional
De 10/09/1998 a 26/11/1998	“Internet C” (anexo H1)	Permitiu um melhor domínio desta útil ferramenta, melhorando a seleção e utilização de conteúdos importantes para a motivação dos alunos e melhor compreensão dos

		temas abordados nas atividades letivas.
De 10/09/2001 a 14/11/2001	“Utilização das novas tecnologias para a elaboração e apresentação de material didático” (anexo H2)	Permitiu um conhecimento mais aprofundado e mais técnico do uso das máquinas de calcular gráficas, do uso das apresentações em PowerPoint e do uso do Excel para a análise gráfica dos resultados das atividades, e para uma maior eficácia do processo avaliativo.
De 12/03/2003 a 21/05/2003	“Educação sexual no 2º e 3º ciclos do ensino básico e ensino secundário” (anexo H3)	Mostrou caminhos de importante valia para a abordagem deste assunto nas aulas regulares e de formação cívica, e enquanto no papel de diretor de turma, de forma a formar jovens informados e conscienciosos.
De 01/03/2004 a 30/04/2004	“O uso de calculadoras gráficas nas aulas de Física e Química” (anexo H4)	Permitiu a melhoria da utilização das calculadoras gráficas num contexto específico da disciplina, quer como forma de análise de dados experimentais, quer como forma de obtenção de dados (através de sensores), quer como componente motivacional da exploração dos conteúdos.
De 09/09/2004 a 22/09/2004	“Trabalho prático na perspetiva dos novos programas de Física e Química – uma abordagem ao 11º ano” (anexo H5)	Melhorou o entendimento e encadeamento dos trabalhos práticos ao nível do 11º ano de escolaridade, permitindo a exploração (em conjunto com os pares) das técnicas usadas, suas limitações e formas de contornar os constrangimentos que advêm da falta de algum material de laboratório. Também permitiu a elaboração de estratégias para a análise dos conhecimentos adquiridos nos trabalhos práticos/laboratoriais deste nível.
De 17/01/2005 a 21/02/2005	“Promover e renovar o ensino experimental da Física e da Química” (anexo H6)	Possibilitou a análise vertical das atividades práticas/laboratoriais mais relevantes nos vários níveis de ensino, contribuindo para um melhoramento da visão integradora das atividades e da sua importância para a construção do conhecimento científico. Também possibilitou o estudo com os pares das atividades com maior grau de complexidade a nível da execução e análise de resultados.
De 02/02/2006 a	“Medição e grafismo no ensino experimental da	Permitiu o apuramento da técnica na análise e na elaboração/exploração de resultados das observações em

07/03/2006	Física e da Química” (anexo H7)	atividades práticas/laboratoriais e em atividades com recurso a softwares de cariz científico (Audacity-win-1.3.5, Creative WaveStudio, LeChatII, MultiLab, PhET Simulations, Scosc, ...) em que se estabelecem condições fazendo uso das expressões físico-matemáticas adequadas.
De 20/09/2007 a 22/11/2007	“A utilização das TIC nos processos de ensino/aprendizagem” (anexo H8)	<p>Atualizou/melhorou a eficácia no uso das potencialidades do Excel, do PowerPoint, do Word, e uso da plataforma moodle, contribuindo para a clareza de exploração dos temas abordados, assim como contribuindo para a obtenção de conhecimentos e competências que me permitiram “Movimentar” com relativa agilidade e comodidade dentro da plataforma Moodle, tendo criado disciplinas de apoio para os níveis lecionados e para divulgação dos conteúdos lecionados em PowerPoint e divulgação de fichas informativas e formativas, para consolidação de conhecimentos por realização direta de testes de resposta imediata (HotPotatoes) e por visualização de animações e/ou filmes apropriados, para interação com os alunos por criação de um fórum de dúvidas gerando oportunidades de apoio individualizado e diferenciado e mostrando disponibilidade continuada para esclarecimento de dúvidas, para colocação de trabalhos (relatórios e trabalhos de pesquisa) realizados pelos alunos. (Anexo H8.1)</p> <p>Gerindo, assim, zonas de influência no campo do processo ensino/aprendizagem e progredindo para a harmonização de diferentes métodos de ensino.</p>
De 25/05/2009 a 13/07/2009	“Ensino experimental da física e da química com o apoio das novas tecnologias” (anexo H9)	Permitiu a atualização a nível da existência e uso de softwares de cariz científico com especial enfoque em programas específicos de utilização interativa como o Yenka, Algodoo, Modellus 2.5 pt e Modellus 4.01, e outros, tendo ocorrido um bom trabalho entre os pares, com

		resultados potenciadores da melhoria da qualidade da exploração de alguns temas, junto dos alunos.
De 02/09/2010 a 07/09/2010	“Quadros interativos multimédia no ensino/aprendizagem das ciências experimentais” (anexo H10)	Aprendi a funcionar com quadros interativos e compreendi as valências do seu uso para o processo de ensino/aprendizagem que advêm da sua correta exploração – pode ser um fator que amplia o envolvimento e compromisso dos alunos no seu processo de aprendizagem –, realizei algumas atividades de raiz, para uso nas minhas atividades letivas e modifiquei outras já elaboradas e de acesso livre. Contudo este recurso ainda está muito pouco disponível nas salas de aula e a sua utilização torna-se muito difícil.
De 03/2011 a 09/2011	“Fiabilidade na classificação de respostas a itens de construção no contexto da avaliação externa das aprendizagens” (anexo H11)	Formação proporcionada pelo Gabinete de Avaliação Educacional – GAVE – na sequência do exercício da função de classificador. Contribuiu para o apuramento na análise das respostas a itens de construção de resposta curta e resposta restrita envolvendo a produção de um texto ou a realização de cálculos, dadas pelos alunos em contexto de avaliação externa. Também contribuiu para a clarificação do grau de exigência e distinção do essencial do acessório, a incluir nas aulas com vista à preparação dos alunos para a avaliação externa.
De 10/04/2012 a 24/04/2012	“A utilização do Microsoft Excel na atividade docente” (anexo H12)	Atualizou conhecimentos dentro deste recurso, com especial destaque no desenvolvimento de um meio fiável de avaliação com inclusão de todos os critérios específicos das disciplinas
De 05/2012 a 09/2012	“Avaliação: funções e práticas” (anexo H13)	Formação proporcionada pelo Gabinete de Avaliação Educacional – GAVE – na sequência do exercício da função de classificador.  Contribuiu para melhorar a eficácia no exercício destas funções, na medida em que ocorreu a análise e avaliação de algumas respostas dadas pelos alunos, num grupo de

		docentes com as mesmas funções.
De 12/04/2013 a 07/06/2013	“O ensino experimental da física e da química com o apoio das novas tecnologias” (anexo H14)	Ação de formação em que participei como formador. E com a qual, em conformidade com o Despacho do Secretário de Estado do Ensino e da Administração Escolar, de 5 de janeiro de 2012, adquiri o direito de uso para efeitos de avaliação do meu desempenho docente.
De 04/2013 a 09/2013	“Itens e critérios: definição, construção e aplicação” (anexo H15)	Formação proporcionada pelo Gabinete de Avaliação Educacional – GAVE – na sequência do exercício da função de classificador.  Contribuiu para uma maior clarificação dos diferentes tipos de itens avaliativos dos conhecimentos (de seleção e de construção) usados nos momentos de avaliação externa e forma de avaliação dos mesmos, com repercussões satisfatórias na estratégia avaliativa usada nos momentos de avaliação formativa nos vários níveis de ensino, ao longo do ano letivo.
De 11/09/2014 a 09/10/2014	“A utilização do Microsoft Excel na atividade docente” (anexo H16)	Contribuiu para a atualização de conhecimentos e ampliação de competências no domínio da utilização do Excel na conceção de recursos para apoio à aprendizagem dos alunos e, essencialmente, para a avaliação dessas aprendizagens.

Observações:

- Nos anos de 1998, 1999, 2000 e 2002, apesar de me ter inscrito nas ações de formação do plano de formação dos centros de formação da Associação de Escolas de Fafe (1998/1999) e Francisco de Holanda (1999/2000/2002), não fui selecionado para frequentar qualquer ação de formação programada (anexo H17).
- Obtive o “Certificado de competências digitais”, no âmbito do Sistema de Formação de Certificação em competências TIC para docentes, por reconhecimento de percurso formativo em 31 de maio de 2010 (anexo H18).
- Apresento em anexo (anexo H19a a H19g) algumas formações/ações de formação não creditadas, em que participei.

### 3. ATIVIDADE COMO FORMADOR

Embora tenha participado como formador, em cooperação com um colega formador com maior experiência, em duas atividades formativas, apenas numa delas existe registo formal (pois, por questões de calendário não recebi atempadamente o registo de formador – esta situação não trouxe constrangimentos aos formandos porque desempenhei a parte que me coube das funções inerentes à formação, assumindo o meu colega formador também a parte formal).

A atividade na qual desempenhei função de formador de forma informal, designada *“Estimular o ensino das ciências com atividades experimentais”*, destinou-se a professores da área das ciências do 1º e 2º ciclos do ensino básico e teve como intuito a promoção do ensino experimental das ciências, quer na perspetiva das práticas didáticas na lecionação dos conteúdos específicos da área das ciências experimentais, quer na perspetiva mais ampla do desenvolvimento de projetos escolares nesses domínios, tendo requerido a convocação de novas técnicas e o desenvolvimento de novas competências nos docentes que a realizaram.

A atividade na qual fui formador (com todas as formalidades cumpridas) foi desenvolvida de 12/04/2013 a 07/06/2013, sob o tema “O ensino experimental da física e da química com o apoio das novas tecnologias” (anexo H14). Tendo sido dirigida aos professores do grupo 510 do nível básico e secundário e foi proposta pelo Centro de Formação Martins Sarmiento, cumprindo o anseio verificado por professores pertencentes a este centro de formação.

Tratando-se de uma atividade na modalidade de oficina de formação, exigiu a preparação de material laboratorial diversificado e o estabelecimento de estratégias que abarcassem as expectativas dos formandos, que, sobretudo, ansiavam por “meter as mãos na massa” e explorar formas de realizar as atividades laboratoriais com os materiais laboratoriais que tinham à sua disposição nas respetivas escolas, e explorar diferentes formas de tratar os conceitos próprios que suportam as atividades, recorrendo também ao uso de máquinas gráficas e ao uso das potencialidades do Excel, de forma a conceber recursos para apoio à aprendizagem dos alunos.

No final da ação os formandos ficaram mais capazes para:

- Dominar novas técnicas de trabalho de campo e/ou laboratório, nomeadamente as que assentam no uso de sensores de aquisição automática de dados e no seu tratamento com recurso a meios informáticos;
- Aplicar e testar criticamente alguns dos protocolos desenvolvidos na oficina da formação com grupos de alunos, no âmbito de aulas práticas ou de atividades extraletivas (projetos, clubes ou oficinas de ciências);

- Convocar os alunos a refletir sobre as aplicações práticas das diversas técnicas, quer no domínio do avanço do conhecimento científico, quer no campo das implicações éticas, sociais, culturais e económicas que a sua generalização muitas vezes provoca;
- Aplicar novas competências no domínio das TIC no desenvolvimento das planificações dos trabalhos experimentais.

## PARTE 4 – REFLEXÃO SOBRE O PRECURSO PROFISSIONAL

### 1. TRABALHO NO ÂMBITO DA PREPARAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES LETIVAS

Planifico e organizo as atividades letivas tendo em consideração os objetivos curriculares e o desenvolvimento e promoção de competências que permitam aos alunos serem também construtores do seu saber. Uso estratégias/metodologias<sup>15</sup> diversificadas no sentido de munir os alunos de competências que permitam a compreensão e aplicação dos conhecimentos adquiridos, a interpretação de questões e análise integrada de gráficos, figuras e textos, e estabelecimento de relações entre conceitos e explicitação dessas relações, assim como interpretação e análise crítica de informação e construção de textos do tipo expositivo-argumentativo com aplicação adequada da terminologia científica e apresentação de justificações, de forma a lhes facilitar a conceção autónoma de metodologias de resolução de problemas aplicados em novos contextos.

De seguida, apresento, em resumo, uma breve reflexão sobre as metodologias usadas:

- Aulas “tradicionais” – são pouco apreciadas pelos alunos, pois o cariz expositivo exige uma atenção/concentração/abstração elevada. No entanto permitem uma boa interação com o raciocínio dos alunos, uma vez que se torna necessário aferir constantemente se o entendimento da ideia apresentada está a ser a adequada (muitas vezes os alunos não desenvolvem o esforço necessário para acompanhar o raciocínio e o professor, apercebendo-se disso, tenta voltar atrás o que dificulta o prosseguimento da aula; outras vezes os alunos perdem-se em pormenores acessórios e deixam de acompanhar o raciocínio e não pedem para que este seja repetido, confirmando no final o seu (falso) entendimento). Este método torna-se mais eficaz se associado à demonstração com recurso a animações apropriadas que explicitem ideias mais elaboradas de difícil visualização, o que “obriga” os alunos a interpretar o raciocínio efetuado até então (contudo, perante a imagem visualizada, alguns alunos julgam ter tido o entendimento total do raciocínio – o que se verifica ser falso – outros alunos ficam constrangidos em questionar a imagem, perante o grupo de trabalho).
- Aulas com recurso a apresentações em PowerPoint e manual multimédia – estas podem trazer vantagem quando se desenvolve os materiais tendo em conta a necessária intervenção dos alunos (colocando questões orientadoras e de aferição de conhecimento) – perante a imagem o aluno tem um entendimento mais imediato mas não se questiona sobre outras possibilidades e toma como verdadeiro o exposto; as aulas são mais “rápidas” e parecem mais produtivas, dando, até espaço para o treino em grupo, contudo, a falta de treino individual acaba por não consolidar o conhecimento (por vezes fugaz).

---

<sup>15</sup> Nomeio as principais metodologias/estratégias adotadas quer para a promoção do sucesso quer para a superação de dificuldades diagnosticadas em anexo – Anexo I1



- Aulas de exploração autónoma, com recurso a animações elaboradas em diferentes plataformas e respetivo guião de exploração – se forem feitas após uma breve análise dos conteúdos trazem boas vantagens, especialmente se após a exploração teórica/prática do conteúdo em causa for proporcionado um tempo de análise da exploração feita anteriormente (o que nem sempre é viável dada a escassez de tempo para o desenvolvimento total do programado), o problema é que alguns alunos ficam a “ver” os colegas de grupo a trabalhar, não desenvolvendo esforços significativos; em alguns casos os alunos não entendem o que lhes é pedido, para além da escassez de recursos pois são necessários vários computadores.
- Disponibilização de recursos extra na plataforma Moodle – apesar de ser um recurso de acesso “fácil”, não é muito usado pelos alunos (ou porque não têm tempo, ou porque não tem interesse (uma vez que nas aulas julgam compreender tudo), e, em alguns casos, não têm mesmo possibilidade de acesso, a não ser enquanto na escola; verifica-se um maior uso dos alunos com melhores desempenhos.
- Aulas práticas de exploração dos modelos teóricos – perseguem um propósito, que é contribuir para a melhoria dos resultados escolares de alunos que apesar de demonstrarem interesse na ciência em geral, tendencialmente, se deixam “abater” pela constante solicitação à abstração necessária para o entendimento dos conteúdos abordados, quer na Física quer na Química, quer no Ensino Básico quer no Ensino Secundário; o recurso às novas tecnologias como forma de objetivar os problemas e como forma de manter a necessária motivação, incentiva o envolvimento dos alunos na extrapolação das aprendizagens para situações reais e divulgação das mesmas, objetivando o desenvolvimento de competências essenciais na vida académica e comunitária, contudo nem todos os alunos se empenham o suficiente para adquirir a perspicácia adequada ao manuseamento dos aparelhos mais técnicos, o que, por vezes, compromete o propósito inicial.

## 2. AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS DOS ALUNOS

Para avaliar/ajustar o alcance das estratégias/metodologias usadas na gestão do currículo uso instrumentos de avaliação diagnóstica e formativa tais como fichas de trabalho individual e em grupo, questionários sobre as atividades laboratoriais realizadas, registo individual do progresso na realização das atividades laboratoriais (com explicitação dos parâmetros a analisar), aferição do grau de consecução das atividades laboratoriais através de relatórios de grupo -, questões diagnosticas dirigidas e testes formativos - com questões de natureza variada (escolha múltipla, resposta fechada, resposta aberta, resposta em associação, interpretação de situações novas e/ou textos de diferentes graus de dificuldade, com apresentação/exploração posterior

dos critérios de correção). A avaliação projetada é sempre explicada aos alunos, quanto às competências a desenvolver e ao processo de registo.

### 3. CONTRIBUTO PARA A VIDA DA ESCOLA E PARTICIPAÇÃO NAS ESTRUTURAS DE ORIENTAÇÃO EDUCATIVA E NOS ÓRGÃOS DE GESTÃO

Participo, no âmbito da interdisciplinaridade, em palestras orientadas para as turmas que leciono.

Planeio, dinamizo e executo, em conjunto com os colegas de grupo/departamento e alunos as atividades inseridas no plano anual de atividades – em geral com impacto pedagógico muito positivo na comunidade educativa.

Desempenhei/desempenho os cargos de: Coordenador de Departamento (em 2005/2006), Subdelegado (em 1998/1999), Delegado de Grupo/Representante de Grupo/Subcoordenador de Grupo (desde 2005/2006) disciplinar de Física e Química (grupo 510) e diretor de instalações; de Diretor de Turma; de relator, no processo de Avaliação de Desempenho de Docentes (exercido no biénio 2009/2011); de membro do Conselho Geral.

Para estes cargos explícito, em anexo (Anexo I2), as principais tarefas/valências.

Participo, sempre que julgo oportuno o meu contributo, nas diversas atividades promovidas pela escola.

Estabeleço diálogo e relação profissional com todos os membros da comunidade educativa revelando sentido de profissionalidade e contribuindo para o bom funcionamento dos diferentes órgãos de gestão.

Procuro o trabalho cooperativo (com empenho e qualidade) com todos os membros da comunidade - Diretor e/ou Direção, Departamento, Conselhos de Turma, Pais e Encarregados de Educação, professores em geral, funcionários e alunos.

## CONCLUSÃO

A elaboração deste relatório constituiu uma oportunidade de aprofundamento de conhecimentos na área específica da cinemática e dinâmica – assunto do tema de desenvolvimento científico –, mas também constituiu uma oportunidade de reflexão sobre o caminho já percorrido – o que foi feito, como foi feito, o que correu mal e o que correu bem – o que é importante pois apura a ponderação, em relação ao trabalho futuro. Na primeira parte (correspondente ao enquadramento científico) pude revisitar alguns conceitos (relacionados com a mecânica clássica) com um maior grau de aprofundamento a nível histórico e matemático, o que proporcionou uma visão mais ampla e melhorada. Também tive a oportunidade de (re)associar/(re)desenvolver a visualização desses conteúdos usando *softwares* específicos (nomeadamente o *software* Modellus), e (re)pensar no impacto benéfico do seu uso regular para o entendimento de muitas ideias científicas com impacto nas nossas vidas.

Na segunda parte (relativa à apresentação e discussão dos projetos desenvolvidos), tive a oportunidade de refletir sobre a importância da (minha) ação no desenvolvimento extra curricular dos alunos, para concluir que o investimento nesta vertente sem dúvida melhora as competências de todos e amplia o sentido de comunidade (e felicidade).

Na concretização da terceira parte (dizendo respeito à formação), pude ponderar sobre o trilho percorrido/procurado, para conseguir desempenhar com qualidade todas as valências inerentes à função de professor e professor de Física e Química. Julgo ter agido (e optado, quando pude) no sentido de colmatar as necessidades de formação que foram surgindo em virtude da alteração dos programas e das pedagogias e do desenvolvimento científico.

Com a reflexão sobre o percurso profissional (quarta parte) faço um apanhado das estratégias e recursos usados no desenvolvimento da profissão, para conseguir dar uma contribuição positiva e válida, todos os dias, para a vida dos alunos e da comunidade escolar.

Em suma, este trabalho representa mais um trilho que procurei percorrer e que penso ter contribuído para o desenvolvimento de vários aspetos da minha vida, a nível profissional e pessoal.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Caldeira, Helena, et al., Programa de Física e Química A 11º ano, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Portugal, Março de 2003;
- [2] <https://pt.wikipedia.org/wiki/Arist%C3%B3teles>, acedido em 04/2016;
- [3] [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristotle\\_Altemps\\_Detail.jpg?uselang=pt](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristotle_Altemps_Detail.jpg?uselang=pt), acedido em 04/2016;
- [4] [https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu\\_Galilei](https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileu_Galilei), acedido em 04/2016;
- [5] <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=230543&uselang=pt>, acedido em 04/2016;
- [6] <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Buridan-impetus.jpg?uselang=pt>, acedido em 04/2016;
- [7] <http://balisticaexterna.org/mru1.html>, acedido em 04/2016;
- [8] <http://www.infoescola.com/astronomia/heliocentrismo/>, acedido em 07/2016;
- [9] [https://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac\\_Newton](https://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton), acedido em 07/2016;
- [10] [https://commons.wikimedia.org/wiki/Isaac\\_Newton?uselang=pt#/media/File:Sir\\_Isaac\\_Newton\\_\(1643-1727\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Isaac_Newton?uselang=pt#/media/File:Sir_Isaac_Newton_(1643-1727).jpg), acedido em 07/2016;
- [11] [https://en.wikipedia.org/wiki/Philosophi%C3%A6\\_Naturalis\\_Principia\\_Mathematica](https://en.wikipedia.org/wiki/Philosophi%C3%A6_Naturalis_Principia_Mathematica), acedido em 07/2016;
- [12] Weinberg, Steven, Explicar o mundo - A História da Ciência da Antiguidade à Era Moderna, 1ª edição, Marcador Editora, Barcarena, 2015, páginas 241 a 282.
- [13] Caeiro, Francisco; Costa, Alexandre; Moisés, Augusto, Ver + - Física A 11º ano, 2ª edição, Plátano Editora, Lisboa, 2005, páginas 97 a 100.
- [14] Orrit, Roger Corcho, Galileu – O método Científico, RBA Revistas Portugal, Lda, Lisboa, 2016, páginas 16 a 18, 25 e 26, 36, 53 e 54, 86 a 89.
- [15] Villate, Jaime E., Física 1. Dinâmica, edição do autor, ISBN 978-972-99396-1-7, Porto, 2012, capítulo 2, acedido em 11/2015, disponível em <http://www.villate.org/pt/docs.html>.

- [16] Júnior, Francisco R.; Ferraro, Nicolau G.; Soares, Paulo A. T., Os fundamentos da física, 9ª edição, Moderna, São Paulo, 2007, capítulos 1 a 12, acessado em 10/2015, disponível em <https://umadosedeinteligencia.files.wordpress.com/2014/09/os-fundamentos-da-fisica-vol-1.pdf>.
- [17] <http://www.absorblearning.com/physics/contents.html>, acessado em 01/2016.
- [18] <http://science.sbccc.edu/physics/flash/projectilemotion.swf>, acessado em 01/2016.
- [19] <https://services.math.duke.edu/education/ccp/materials/mvcalc/vectors/vec4.html>, acessado em 03/2016.
- [20] Halliday, David; Resnick, Física – volume 1, 4ª edição, LTC, Rio de Janeiro, 1984, capítulos 2 a 6.
- [21] Halliday, David; Resnick, Física – volume 2, 4ª edição, LTC, Rio de Janeiro, 1984, capítulo 16.
- [22] Halliday, David; Resnick, Robert; Walker, Jearl, Fundamentos de física, volume 1: mecânica, 8ª edição, LTC, Rio de Janeiro, 2008, capítulos 2 a 5, acessado em 11/2015, disponível em <http://www.bibliotecadaengenharia.com/2014/08/fundamentos-da-fisica-volume-i-ii-iii-e.html>.
- [23] Halliday, David; Resnick, Robert; Walker, Jearl, Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica, 8ª edição, LTC, Rio de Janeiro, 2009, capítulo 13, acessado em 11/2015, disponível em <http://www.bibliotecadaengenharia.com/2014/08/fundamentos-da-fisica-volume-i-ii-iii-e.html>.
- [24] Alonso, Marcelo; Finn, Edward J., Física – volume I: Mecânica, 1ª edição (3ª reimpressão), Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1981, capítulo 1, 5 e 7.
- [25] Eisberg, Robert M.; Lerner, Lawrence S., Física – Fundamentos e aplicações (volume I), 1ª edição, Editora McGraw-Hill do Brasil, Ltda, São Paulo, 1982, capítulos 1 a 5 e capítulo 9.
- [26] Moreira, Jaime A., Física básica, 3ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1980, capítulo 1 da parte II.
- [27] Silva, Luís; Valadares, Jorge, Manual de Física, 5ª edição, Didáctica Editora, Lisboa, 1987, unidade 1.
- [28] Bello, Adelaide; Caldeira, Helena; Gomes, João, Ontem e Hoje – Física 12º ano (1ª parte), 1ª edição, Porto Editora, 2009, página 31.
- [29] Ventura, Graça, et al., 12 F – Física 12º ano, 1ª edição, Texto Editores, 2009, Unidade 1 – 1.1 – Mecânica da partícula.

[30] Ventura, Graça, et al., 11 F – Física e Química A (Física – Bloco 2 11º/12º ano), 1ª edição, Texto Editores, 2008, unidade 1.

[31] Silva, Daniel M., Desafios da Física – Física e Química A (11º ano), 1ª edição, Lisboa Editora, 2008, unidade 1.

[32] *Software* Modellus, acessado em 10/2015, disponível em <https://drive.google.com/drive/folders/0B9zwl1PxACYsQ1BrWGtU3RlcZQ?tid=0B9zwl1PxACYsBmJwdFplRWZmZXc>.

[33] Teodoro, V. D. (1998). From formulae to conceptual experiments: interactive modelling in the physical sciences and in mathematics. Invited paper presented at the International CoLos Conference New Network-Based Media in Education, Maribor, Slovenia]

Webb, M., & Hassell, D. (1988). Opportunities for computer based modelling and simulation in secondary education. In F. Lovis & E. D. Tagg (Eds.), *Computers in Education*. Amsterdam: North-Holland.

[34] Aprender e refletir para mudar, Blog, acessado em 07/2016, disponível em <https://aveiro35.wordpress.com/8-trabalho-pratico/>.

[35] Hodson, D, Hacia un enfoque más crítico del trabajo de la laboratório. Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n 3, p. 299-313, 1994, acessado em 08/2016, disponível em <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21370/93326>.

[36] Giani, K, A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa, 1998, 190p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, acessado em 08/2016, disponível em [http://www.ppgec.unb.br/images/sampled\\_data/dissertacoes/2010/versaocompleta/kellen%20giani.pdf](http://www.ppgec.unb.br/images/sampled_data/dissertacoes/2010/versaocompleta/kellen%20giani.pdf).

## APÊNDICES

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Atividades exploratórias com o *software* Modellus, de alguns dos conteúdos abordados na parte 1 do relatório (enquadramento científico) – item 3.9.

### - BREVES INSTRUÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA MODELLUS

O programa Modellus é de utilização livre e pode ser instalado a partir, por exemplo, do seguinte endereço eletrónico: <https://drive.google.com/drive/folders/0B9zw1PxACYsQ1BrWGtU3RlczQ?tid=0B9zw1PxACYsBmJwdFplRWZmZXc>

Neste trabalho é usado, sobretudo, a versão 4.01, sobre a qual serão dados breves esclarecimentos. Em alguns exemplos também é usada a versão X, com uma interface muito semelhante.

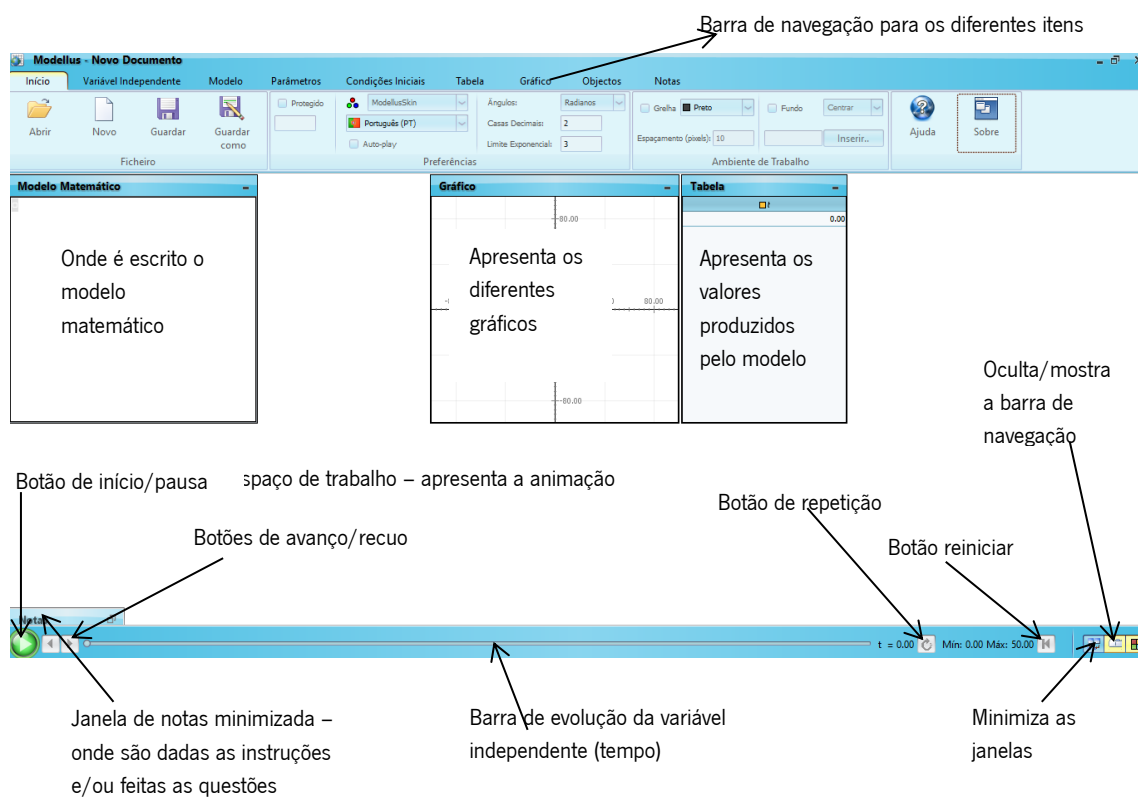


Figura ApA1 – Algumas características da interface do Modellus (versão 4.01).

### - DESENVOLVIMENTO DE ALGUNS CONTEÚDOS COM O PROGRAMA MODELLUS DISTRIBUÍDOS POR “TAREFAS”.

#### TAREFA 1 – MOVIMENTO RETILÍNEO DE UMA PARTÍCULA - INTERPRETAÇÃO GRÁFICA.

Um dos problemas dos alunos relaciona-se com a “visão de gráficos como uma fotografia do movimento”, considerando o gráfico como “uma réplica do evento e não como uma abstração matemática” (Adaptado de



Beichner,1994). O facto de o aluno observar o movimento de um objeto numa direção, e constatar que o gráfico apresenta uma forma irregular, poderá contribuir para a minimização desta dificuldade.

Atividade I – Movimento retilíneo de uma partícula – interpretação gráfica (Figura 15 da parte 1 do relatório) – permite a visualização do movimento de uma partícula com associação à representação gráfica e estroboscopia.

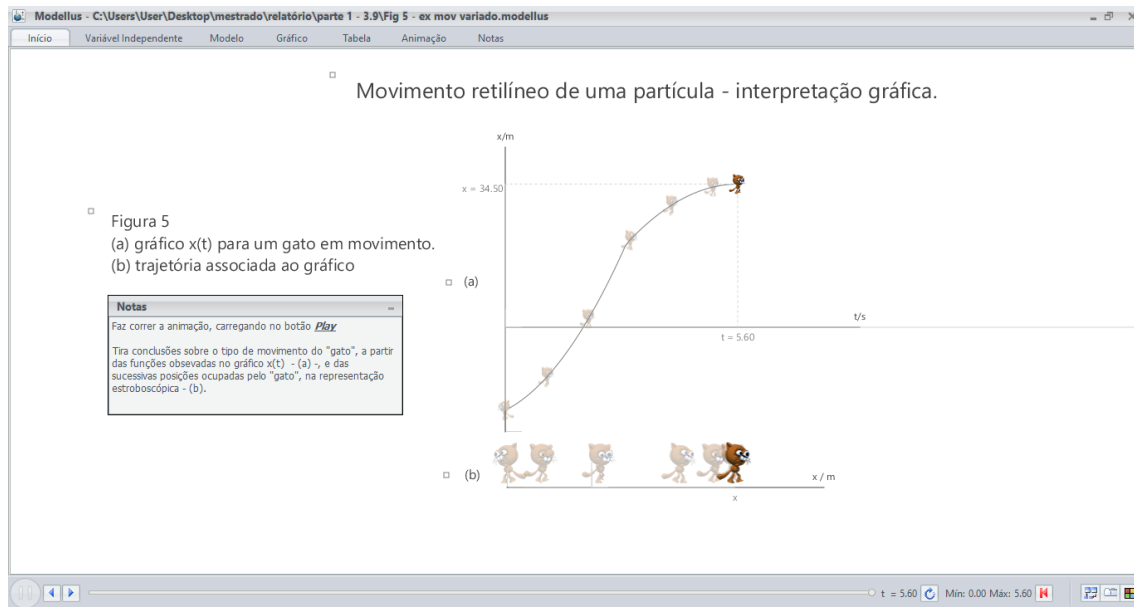


Figura ApA2 – Visão de ecrã da atividade I: movimento retilíneo de uma partícula – interpretação gráfica.

Atividade II – Movimento na horizontal e respetivo gráfico posição-tempo - possibilita visualizar não só o movimento (que se restringe ao eixo horizontal), como o gráfico de posição-tempo que traduz esse movimento.

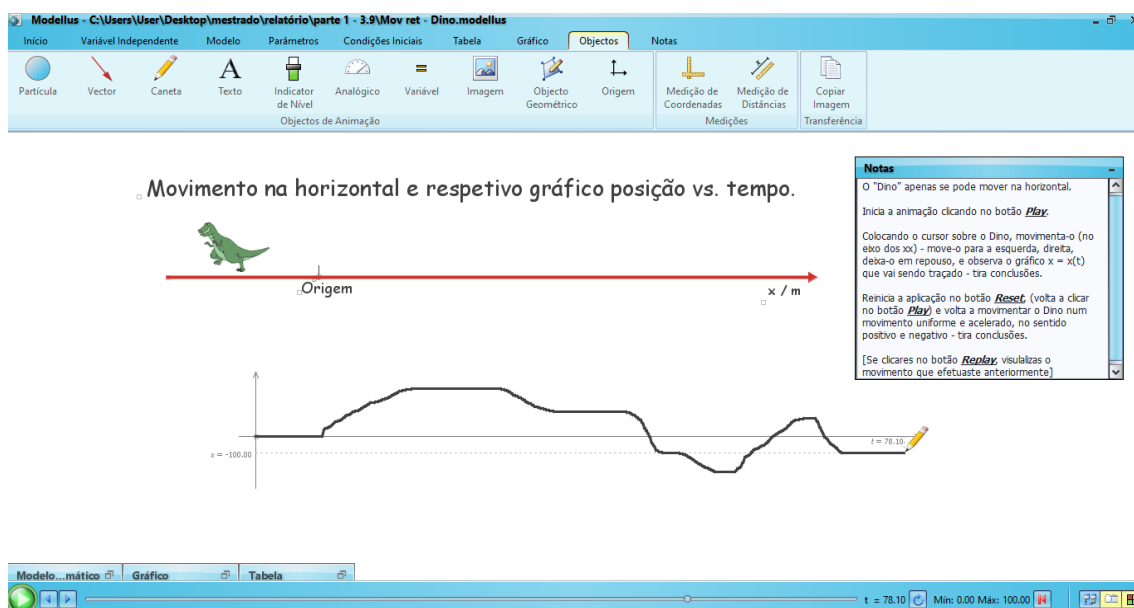


Figura ApA3 – Visão de ecrã da atividade II: movimento na horizontal e respetivo gráfico posição-tempo.

Atividade III – Igualar o gráfico (correspondência entre um gráfico pré-definido e um movimento unidimensional) – permite pensar o movimento, partindo da análise gráfica, contribuindo para a melhor interpretação das variáveis.

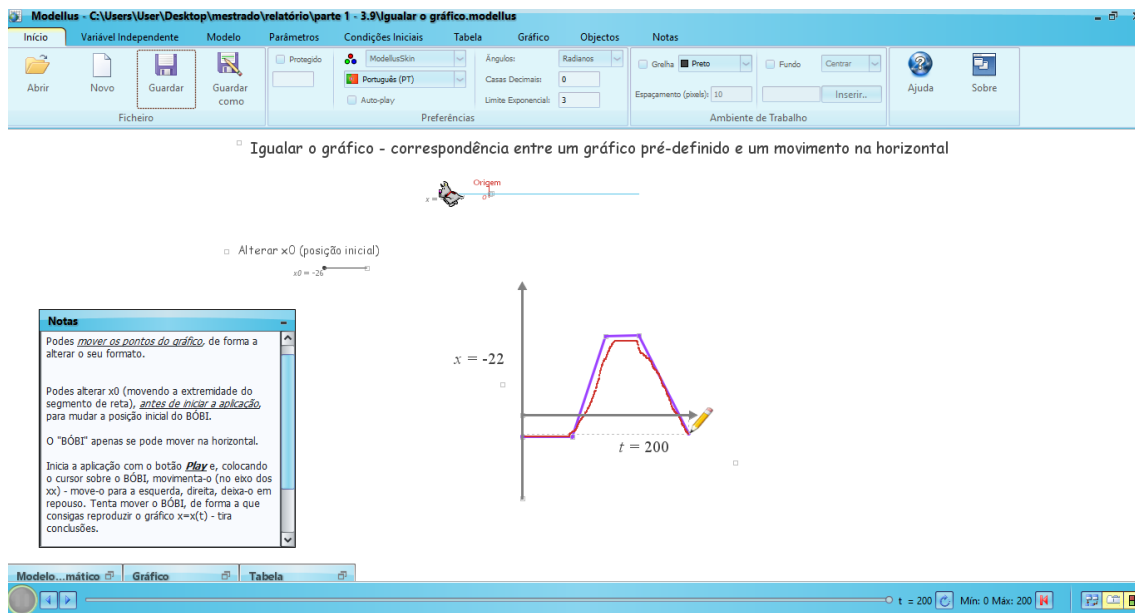


Figura ApA4 – Visão de ecrã da atividade III: igualar o gráfico - correspondência entre um gráfico pré-definido e um movimento na horizontal.

Tabela ApA1 – Dados relativos à tarefa 1.

Atividade	Descrição geral da atividade	Enunciado existente na janela Notas
Atividade I – Movimento retilíneo de uma partícula – interpretação gráfica	Ao ser executada a simulação, o gato move-se sempre no mesmo sentido, com movimento acelerado e retardado, visualizando-se o gráfico $x = x(t)$ e a estroboscopia da trajetória.	Fazer correr a animação, carregando no botão Play Tirar conclusões sobre o tipo de movimento do "gato", a partir das funções observadas no gráfico $x(t)$ - (a) -, e das sucessivas posições ocupadas pelo "gato", na representação estroboscópica - (b).
Atividade II - Movimento na horizontal e respetivo gráfico posição vs. Tempo	O "Dino" só tem liberdade de movimento numa direção. Ao ser executada a simulação, movimentando o Dino com o rato, o gráfico posição vs. tempo vai sendo traçado.	O "Dino" apenas se pode mover na horizontal. Iniciar a animação clicando no botão Play. Colocando o cursor sobre o Dino, movimentar (no eixo dos $xx$ ) - mover para a esquerda, direita, deixar em repouso, e observar o gráfico $x = x(t)$ que vai sendo traçado - tirar conclusões. Reiniciar a aplicação no botão Reset, (voltar a clicar no botão Play) e voltar a movimentar o Dino num movimento uniforme e acelerado, no sentido positivo e negativo - tirar conclusões. [Se clicares no botão Replay, visualizas o movimento que efetuaste anteriormente]

<p>Atividade III - Igualar o gráfico - correspondência entre um gráfico pré-definido e um movimento unidimensional</p>	<p>O BÓBI só tem liberdade de movimento no eixo horizontal.</p> <p>Ao ser executada a simulação, movimentando o BÓBI com o rato, o gráfico posição-tempo vai sendo traçado/reproduzido.</p>	<p>Podes mover os pontos do gráfico, de forma a alterar o seu formato.</p> <p>Podes alterar <math>x_0</math> (movendo a extremidade do segmento de reta), antes de iniciar a aplicação, para mudar a posição inicial do BÓBI.</p> <p>O "BÓBI" apenas se pode mover na horizontal.</p> <p>Iniciar a aplicação com o botão Play e, colocando o cursor sobre o BÓBI, movimentá-lo (no eixo dos <math>xx</math>) - mover para a esquerda, direita, deixar em repouso.</p> <p>Tentar mover o BÓBI, de forma a conseguir reproduzir o gráfico <math>x=x(t)</math> - tirar conclusões, dando resposta às seguintes questões.</p> <p>a) Em que intervalo de tempo o deslocamento se efetua no sentido positivo? E no sentido negativo?</p> <p>a) Em que troço foi maior o módulo da velocidade? Em que troço parou?</p> <p>b) Que relação existe entre a inclinação da reta e a velocidade?</p>
--	---	---

TAREFA 2 – Valor algébrico da velocidade num instante através do cálculo do declive da reta tangente à função  $x = x(t)$  – permite ultrapassar as dificuldades sentidas na determinação de inclinações de linhas que não passam pela origem e a confusão entre inclinação/altura, assim com melhorar o entendimento das variáveis cinemáticas.

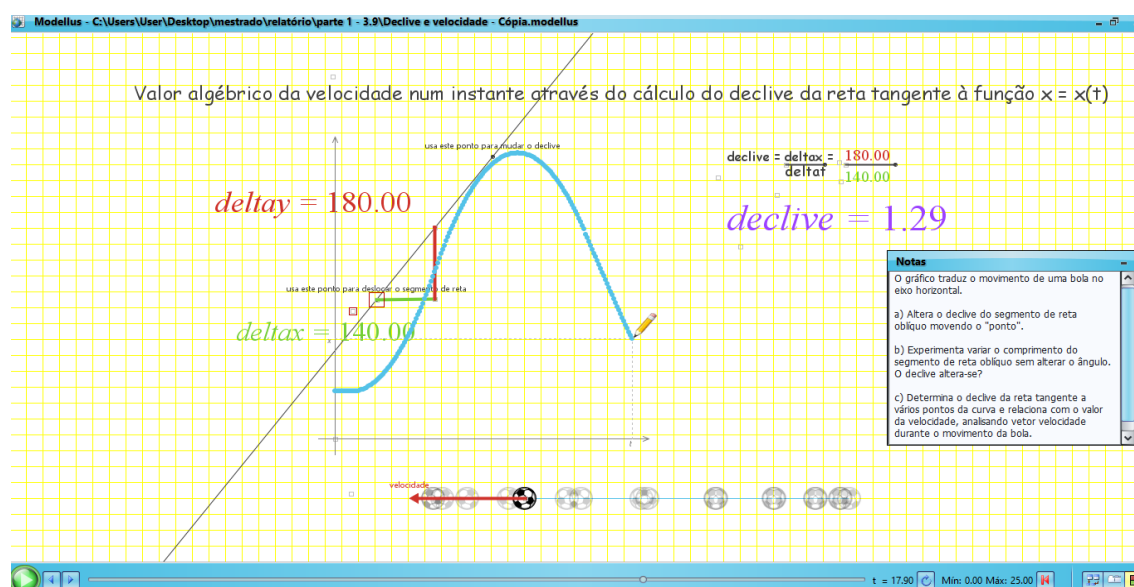


Figura ApA5 – Visão de ecrã da atividade valor algébrico da velocidade num instante através do cálculo do declive da reta tangente à função  $x = x(t)$ .

Tabela ApA2 – Dados relativos à tarefa 2.

Descrição geral da atividade	Enunciado existente na janela Notas
<p>A simulação apresenta uma aplicação para determinar o declive da reta tangente à função que traduz o movimento variado de uma bola em uma dimensão, como a respetiva estroboscopia e vetor velocidade.</p> <p>Iniciando a aplicação ocorre o movimento da bola e a escrita do gráfico posição – tempo, sendo possível relacionar o valor do declive da reta tangente à função com o valor da velocidade, num dado instante.</p>	<p>O gráfico traduz o movimento de uma bola no eixo horizontal.</p> <p>a) Alterar o declive do segmento de reta oblíquo movendo o "ponto".</p> <p>b) Experimentar variar o comprimento do segmento de reta sem alterar o ângulo. O declive altera-se?</p> <p>c) Visualizar a curva no separador Gráfico e determinar o declive da reta tangente a vários pontos da curva (coloca o cursor em cima dos pontos da reta, para conheceres as coordenadas), relacionando com o valor da velocidade, por análise do vetor velocidade durante o movimento da bola.</p>

TAREFA 3 – MOVIMENTO DE UM CORPO DE ACORDO COM A RESULTANTE DAS FORÇAS E AS CONDIÇÕES INICIAIS DO MOVIMENTO (figura 20 relatório) – permite explicar o movimento com base na descrição das forças responsáveis, isto é, com base na interação entre o sistema (a partícula) e o seu ambiente.

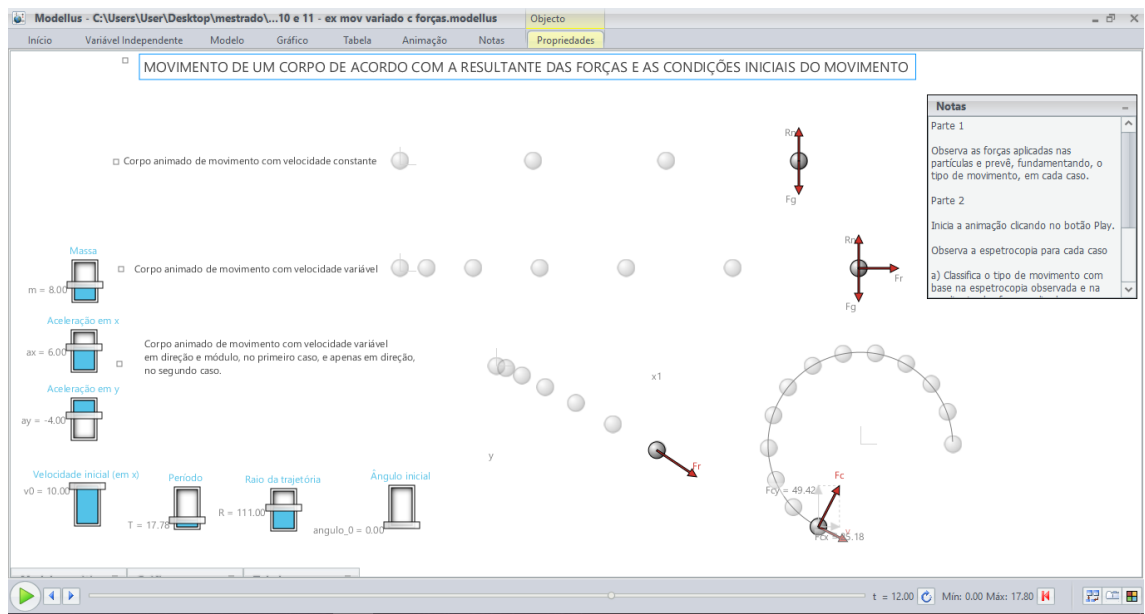


Figura ApA6 – Visão de ecrã da atividade: movimento de um corpo de acordo com a resultante das forças e as condições iniciais do movimento

Tabela ApA3 – Dados relativos à tarefa 3.

Descrição geral da atividade	Enunciado existente na janela Notas
A simulação apresenta quatro casos com	Parte 1

<p>diferentes resultantes de forças.</p> <p>Iniciando a aplicação ocorre o movimento das partículas de acordo com as diferentes condições iniciais. Pode-se alterar alguns parâmetros e analisar a sua influência no movimento das partículas.</p>	<p>Observar as forças aplicadas nas partículas e prever, fundamentando, o tipo de movimento, em cada caso.</p> <p>Parte 2</p> <p>Iniciar a animação clicando no botão Play.</p> <p>Observar a estroboscopia para cada caso</p> <p>a) Classificar o tipo de movimento com base na estroboscopia observada e na resultante das forças aplicadas.</p> <p>Reiniciar a aplicação no botão Reset e alterar as condições iniciais nos indicadores de nível.</p>
--	--

TAREFA 4 – QUEDA E LANÇAMENTO NA VERTICAL DE PROJÉTEIS NA SUPERFÍCIE DA TERRA COM EFEITO DE RESISTÊNCIA DO AR DESPREZÁVEL – MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO – permite explicar o movimento com base na descrição das forças responsáveis, isto é, com base na interação entre o sistema (a partícula) e o seu ambiente.

Atividade I - Movimento vertical de dois graves de diferente massa (figura 23 do relatório).

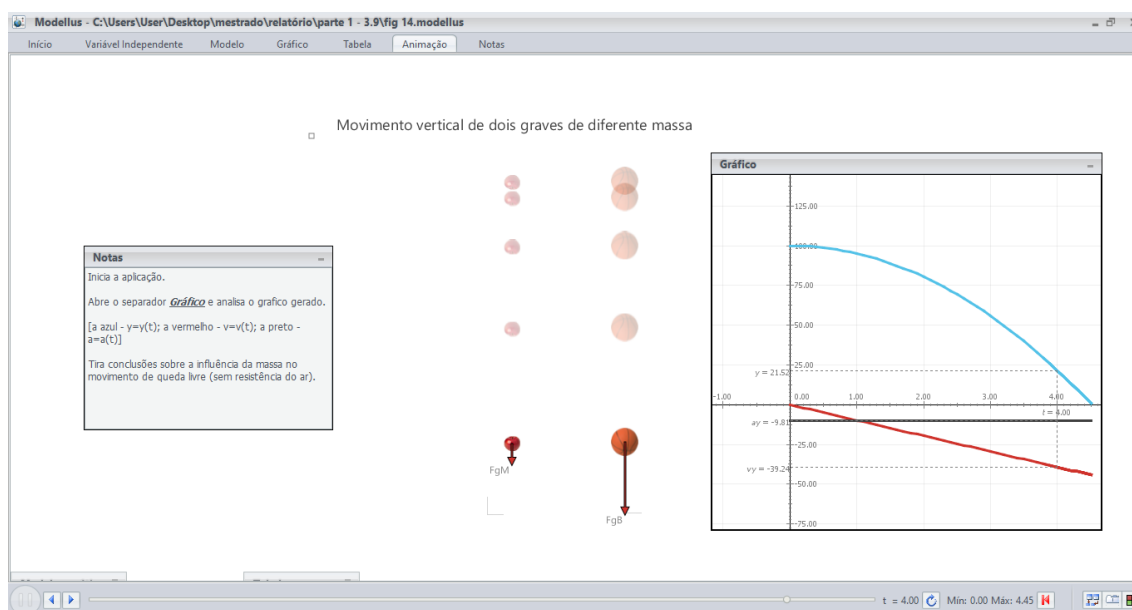


Figura ApA7 – Visão de ecrã da atividade: movimento vertical de dois graves de diferente massa.

Atividade II – Representação estroboscópica do movimento de uma partícula em queda livre (figura 24 do relatório) e significado físico da área nos gráficos  $v = v(t)$  e  $a = a(t)$

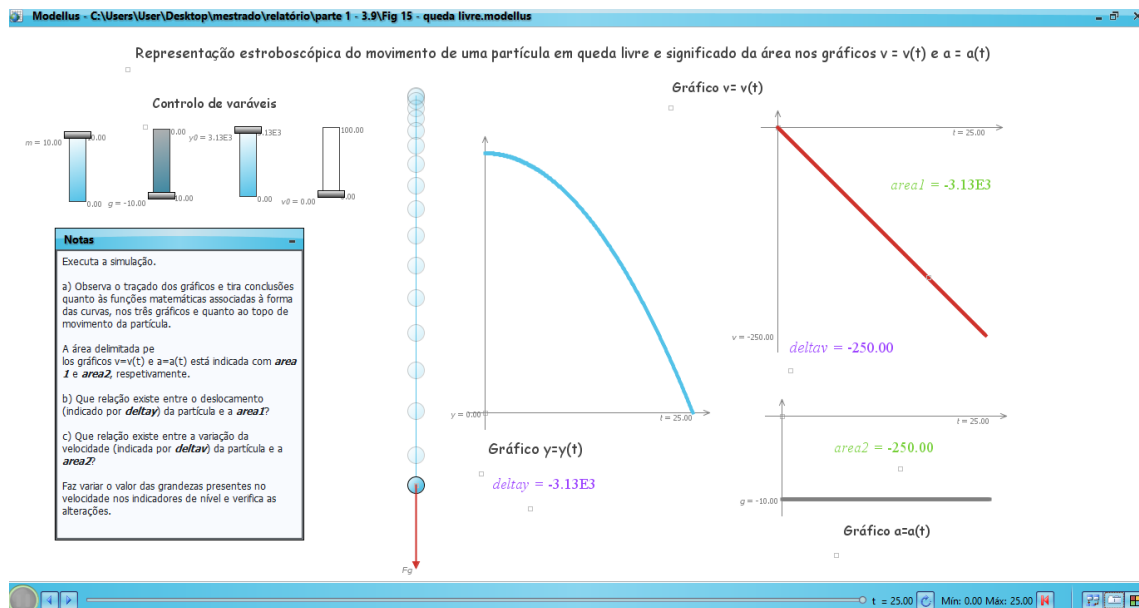


Figura ApA8 — Visão de ecrã da atividade: representação estroboscópica do movimento de uma partícula em queda livre e significado físico da área nos gráficos  $v = v(t)$  e  $a = a(t)$ .

Tabela ApA4 – Dados relativos à tarefa 4.

Atividade	Descrição geral da atividade	Enunciado existente na janela Notas
Atividade I - Movimento vertical de dois graves de diferente massa	A simulação apresenta a espetroscopia do movimento de queda livre de dois objetos de diferente massa. O separador Gráfico permite analisar algumas variáveis cinemáticas deste movimento.	Iniciar a aplicação. Abrir o separador Gráfico e analisar o gráfico gerado. [a azul - $y=y(t)$ ; a vermelho - $v=v(t)$ ; a preto - $a=a(t)$ ] Tirar conclusões sobre a influência da massa no movimento de queda livre (sem resistência do ar).
Atividade II - Representação estroboscópica do movimento de uma partícula em queda livre e significado físico da área nos gráficos $v = v(t)$ e $a = a(t)$	A simulação apresenta a espetroscopia do movimento de queda livre de uma partícula, assim como os gráficos $y = y(t)$ , $v = v(t)$ e $a = a(t)$ . Também é presente o valor do deslocamento, da variação da velocidade e das áreas sobre as curvas dos gráficos $v = v(t)$ e $a = a(t)$ .	Executar o modelo e observar com atenção as grandezas. a) Qual é o módulo da velocidade da bola ao fim de 15 s? b) Qual é o módulo da velocidade da bola ao fim de 20 s? c) Caracterizar a aceleração (direção, sentido e módulo) da bola. d) Caracterizar a força (direção, sentido e módulo) que se exerce na bola. e) Como se pode calcular a velocidade da bola ao fim de t segundos? f) Como se pode calcular a distância percorrida ao fim de t

	$a(t)$ .	<p>segundos?</p> <p>g) Tirar conclusões quanto às funções matemáticas associadas à forma das curvas, nos três gráficos e quanto ao tipo de movimento da partícula.</p> <p>A área delimitada pelos gráficos <math>v=v(t)</math> e <math>a=a(t)</math> está indicada com area1 e area2, respetivamente.</p> <p>h) Que relação existe entre o deslocamento (indicado por <math>\Delta x</math>) da partícula e a area1?</p> <p>i) Que relação existe entre a variação da velocidade (indicada por <math>\Delta v</math>) da partícula e a area2?</p> <p>Fazer variar o valor das grandezas presentes nos indicadores de nível e analisar as alterações.</p>
--	----------	--

TAREFA 5 – ANÁLISE DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E UNIFORMEMENTE VARIADO – possibilita a compreensão conceptual dos diferentes tipos de movimento, associando ao modelo matemático.

Atividade I - Análise estroboscópica e gráfica, do movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado (figura 26 do relatório).

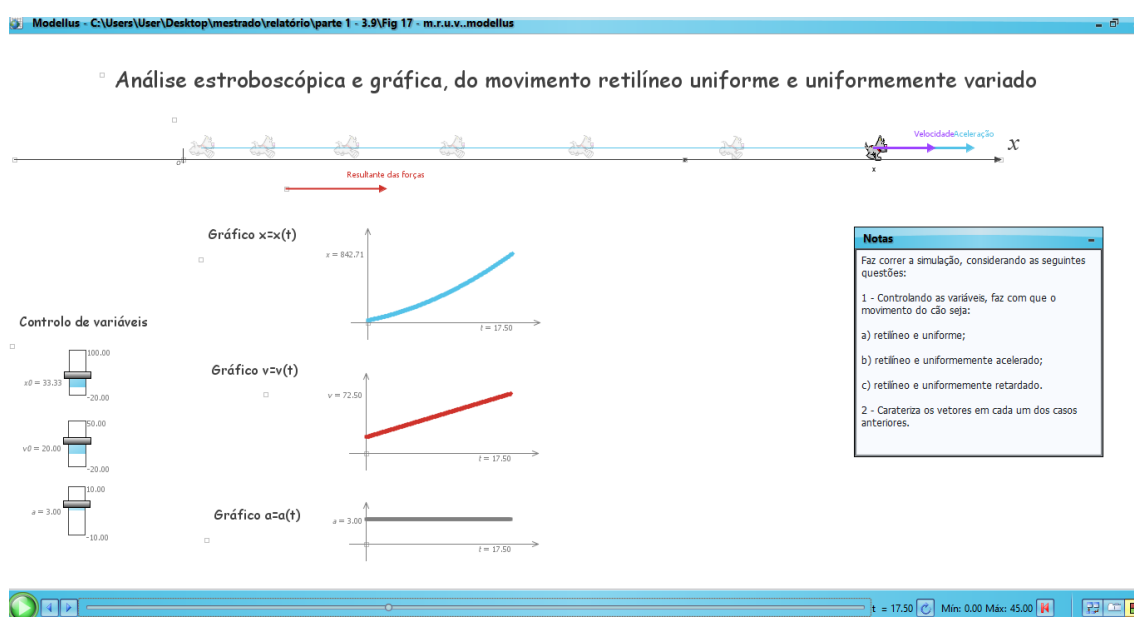


Figura ApA9 – Visão de ecrã da atividade: Análise estroboscópica e gráfica, do movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado.

## Atividade II – MOVIMENTO DE UM SISTEMA DE CORPOS DE ACORDO COM AS INTERAÇÕES ESTABELECIDAS.

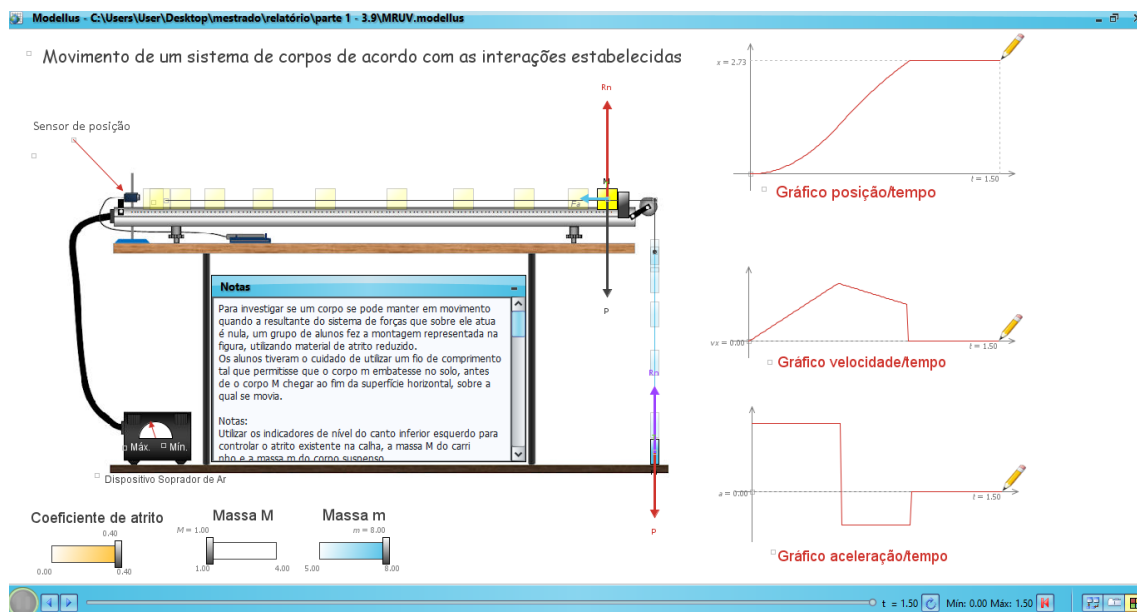


Figura ApA10 – Visão de ecrã da atividade: movimento de um sistema de corpos de acordo com as interações estabelecidas - Modelo editado.

(Fonte: Casa das ciências)

## Tabela ApA5 – Dados relativos à tarefa 5.

Atividade	Descrição geral da atividade	Enunciado existente na janela Notas
Atividade I - Análise estroboscópica e gráfica, do movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado.	A simulação possibilita a visualização dos diferentes tipos de movimento, através da espetroscopia gerada, com simultânea construção dos gráficos correspondentes às grandezas cinemáticas.	<p>Fazer correr a simulação, considerando as seguintes questões:</p> <p>1 - Controlando as variáveis, fazer com que o movimento do cão seja:</p> <p>a) Retilíneo e uniforme e observar com atenção as grandezas e os gráficos.</p> <p>a.1 - Qual é a distância percorrida pelo cão em 20 segundos?</p> <p>a.2 - Qual é rapidez média do cão?</p> <p>a.3 - E qual é o módulo da velocidade do cão (ou rapidez) em cada instante?</p> <p>a.4 - Qual é o módulo da aceleração do cão? Porquê?</p> <p>b) Retilíneo e uniformemente acelerado e observar com atenção as grandezas e os gráficos.</p> <p>b.1 - Que tipo de trajetória tem o cão neste movimento?</p> <p>b.2 - Qual é a distância percorrida pelo cão em 10 segundos?</p> <p>b.3 - Qual é o módulo da velocidade do cão ao fim de 5 s? E ao fim de 10 s?</p> <p>b.4 - Como se pode calcular a velocidade do cão ao fim de t</p>



		<p>segundos?</p> <p>b.5 - Como se pode calcular a distância percorrida ao fim de <math>t</math> segundos?</p> <p>c) Retilíneo e uniformemente retardado e observar com atenção as grandezas e os gráficos.</p> <p>c.1 - Qual é a distância percorrida pelo cão em 40 segundos?</p> <p>c.2 - Qual é o valor algébrico da velocidade do cão ao fim de 5 s? E ao fim de 40 s?</p> <p>2 - Caracterizar os vetores em cada um dos casos anteriores.</p> <p>3 - Escrever as leis do movimento para cada um dos casos anteriores.</p>
<p>Atividade II - Movimento de um sistema de corpos de acordo com as interações estabelecidas.</p>	<p>A simulação possibilita a exploração das causas do movimento em um sistema de dois corpos ligados.</p> <p>É gerada a espetroscopia do movimento, com simultânea construção dos gráficos correspondentes às grandezas cinemáticas, de acordo com a definição das condições iniciais.</p>	<p>Para investigar se um corpo se pode manter em movimento quando a resultante do sistema de forças que sobre ele atua é nula, um grupo de alunos fez a montagem representada na figura, utilizando material de atrito reduzido.</p> <p>Os alunos tiveram o cuidado de utilizar um fio de comprimento tal que permitisse que o corpo <math>m</math> embatesse no solo, antes de o corpo <math>M</math> chegar ao fim da superfície horizontal, sobre a qual se movia.</p> <p>Notas:</p> <p>Utilizar os indicadores de nível do canto inferior esquerdo para controlar o atrito existente na calha, a massa <math>M</math> do carrinho e a massa <math>m</math> do corpo suspenso.</p> <p>Começar por realizar a experiência sem atrito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar o efeito da variação de cada uma das massas na aceleração inicial dos corpos.</li> <li>- Depois de escolher dois valores para cada uma das massas iniciar a simulação, observar os movimentos dos corpos e analisar os gráficos de <math>x=x(t)</math>, <math>v=v(t)</math> e <math>a=a(t)</math> para o movimento do corpo <math>M</math>.</li> <li>- Variar cada uma das massas, reiniciar a simulação e concluir sobre o efeito produzido no movimento dos corpos.</li> </ul> <p>Introduzir atrito na calha:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar novamente o efeito da variação de cada uma das massas na aceleração inicial dos corpos.</li> <li>- Reiniciar a simulação e observar as diferenças produzidas no movimento dos corpos.</li> </ul> <p>a) Interpretar a variação de forças verificada.</p>

		<p>b) Interpretar as funções apresentadas elaborando um texto no qual sejam abordados os seguintes tópicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identificação das forças que atuaram sobre o carrinho, antes e depois do embate do corpo P com o solo;</li> <li>• identificação dos dois tipos de movimento do carrinho, ao longo do percurso considerado, explicitando os intervalos de tempo em que cada um deles ocorreu;</li> <li>• resposta ao problema proposto, fundamentada nos resultados da experiência.</li> </ul>
--	--	--

TAREFA 6 – QUEDA COM RESISTÊNCIA DO AR NÃO DESPREZÁVEL – QUEDA DE UM PARAQUEDISTA (figura 27 do relatório) – possibilita a análise do movimento com aceleração variável e do movimento retilíneo uniforme.

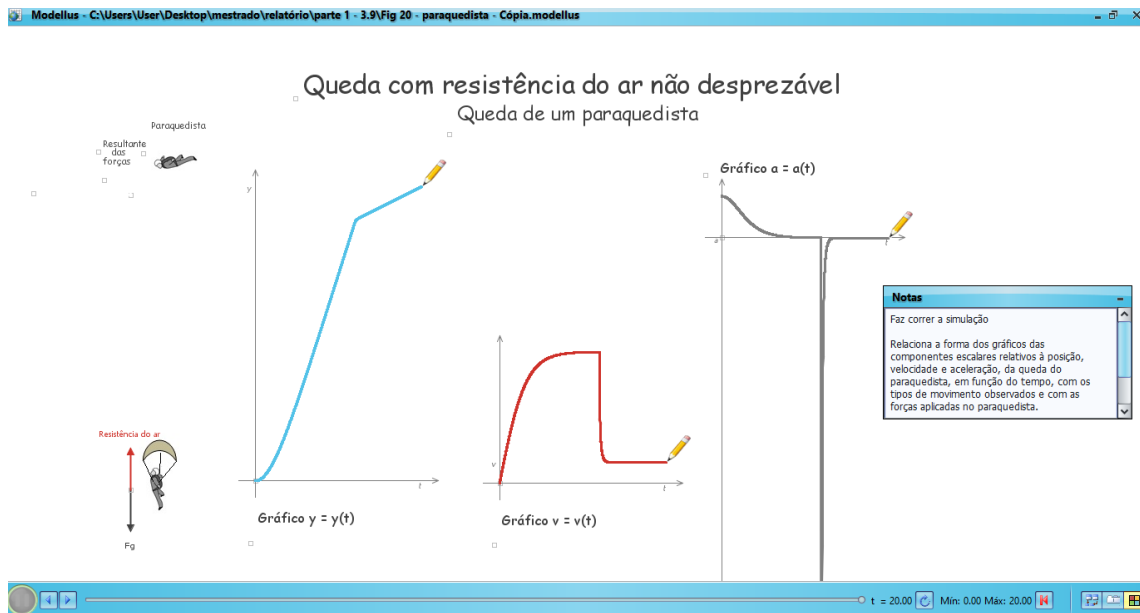


Figura ApA11 – Visão de ecrã da atividade: Queda com resistência do ar não desprezável – queda de um paraquedista.

Tabela ApA6 – Dados relativos à tarefa 6.

Descrição geral da atividade	Enunciado existente na janela Notas
A simulação mostra as forças envolvidas na queda com resistência do ar e o tipo de movimento com aceleração variável e nula, por análise dos gráficos das grandezas cinemáticas envolvidas.	<p>Executar o modelo e observar o movimento, as grandezas e os gráficos.</p> <p>a) Que sucede à velocidade do paraquedista à medida que decorre o movimento? Porquê?</p> <p>b) Qual é o valor da velocidade terminal, antes de abrir o paraquedas? Ao fim de quanto tempo é atingida?</p> <p>c) Como varia a energia cinética do paraquedista? E a energia potencial do sistema paraquedista-Terra?</p>

	<p>d) À medida que decorre o movimento, aumenta a energia dissipada. Porquê?</p> <p>e) Que relação há entre a energia mecânica e a energia dissipada?</p> <p>f) Relacionar a forma dos gráficos das componentes escalares relativos à posição, velocidade e aceleração, da queda do paraquedista, em função do tempo, com os tipos de movimento observados e com as forças aplicadas no paraquedista.</p>
--	---

TAREFA 7 – MOVIMENTO DE UM CORPO NUM PLANO INCLINADO (figura 28 do relatório) – possibilita a análise das forças envolvidas no movimento de translação de um corpo, ao longo de um pano inclinado, seguido de um plano horizontal, com atrito (constante).

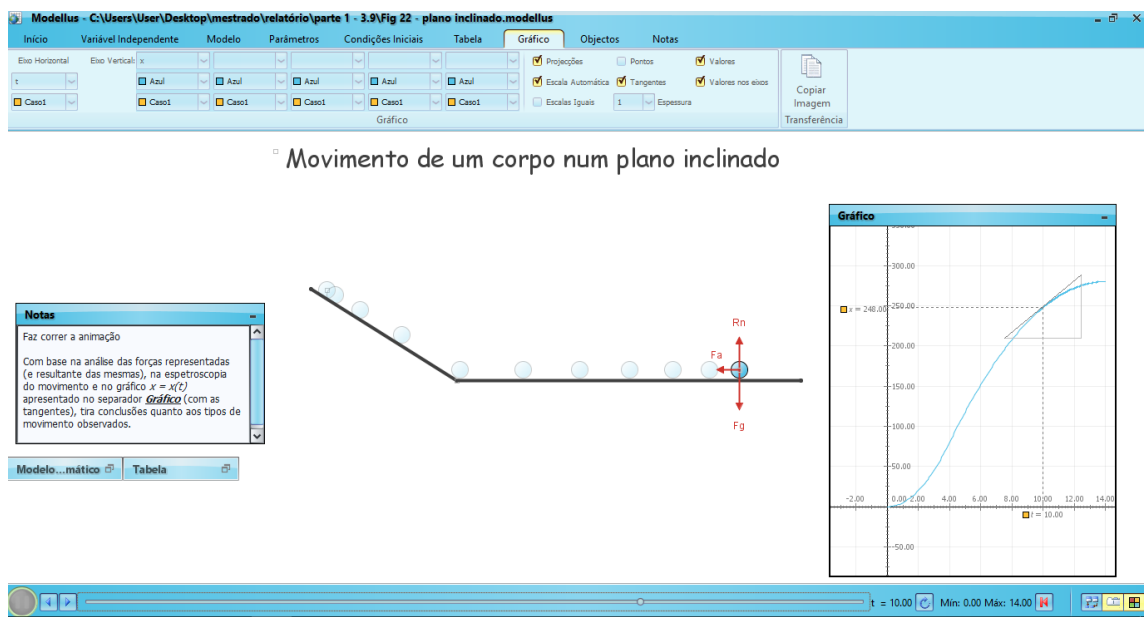


Figura ApA12 – Visão de ecrã da atividade: Movimento de um corpo num plano inclinado.

Tabela ApA7 – Dados relativos à tarefa 7.

Descrição geral da atividade	Enunciado existente na janela Notas
A simulação mostra as forças envolvidas no movimento (de translação) de um corpo ao longo de um plano inclinado e um plano horizontal com atrito. Também mostra a espetroscopia do movimento e o gráfico $x = x(t)$ , assim como as tangentes nos pontos do gráfico	<p>Fazer correr a animação</p> <p>Com base na análise das forças representadas (e resultante das mesmas), na estroboscopia do movimento e no gráfico <math>x = x(t)</math> apresentado no separador Gráfico (com as tangentes), tirar conclusões quanto aos tipos de movimento observados.</p>

TAREFA 8 – DUAS BOLAS POSTAS EM MOVIMENTO SIMULTÂNEO - UMA LANÇADA HORIZONTALMENTE E OUTRA LARGADA NO MESMO INSTANTE, DA MESMA ALTURA (figura 29 do relatório) – possibilita a verificação da independência dos movimentos, horizontal e vertical.

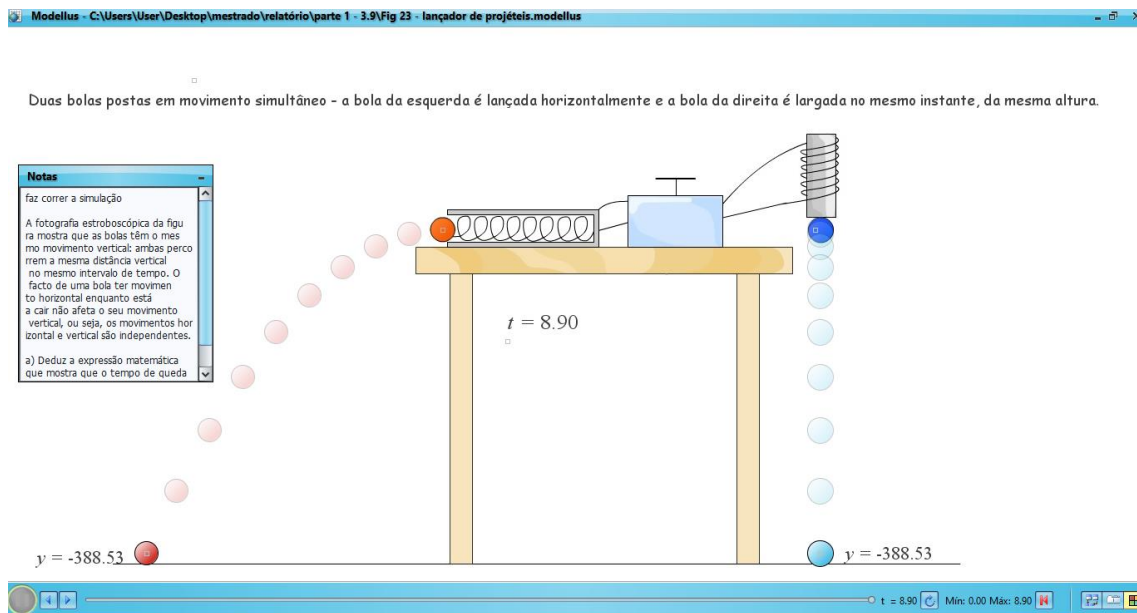


Figura ApA13 – Visão de ecrã da atividade: Duas bolas postas em movimento simultâneo - a bola da esquerda é lançada horizontalmente e a bola da direita é largada no mesmo instante, da mesma altura.

Tabela ApA8 – Dados relativos à tarefa 8.

Descrição geral da atividade	Enunciado existente na janela Notas
A simulação mostra independência dos movimentos, horizontal e vertical quando duas bolas são lançadas/largadas de um lançador de projéteis. Mostra também o tempo de queda e coordenada segundo y.	Fazer correr a simulação A fotografia estroboscópica da figura mostra que as bolas têm o mesmo movimento vertical: ambas percorrem a mesma distância vertical no mesmo intervalo de tempo. O facto de uma bola ter movimento horizontal enquanto está a cair não afeta o seu movimento vertical, ou seja, os movimentos horizontal e vertical são independentes. Deduzir a expressão matemática que mostra que o tempo de queda é igual para as duas bolas ( $v_{0y}$ é igual para as duas bolas).

TAREFA 9 – LANÇAMENTO OBLÍQUO (SEM E COM RESISTÊNCIA DO AR) (relação com a figura 30 do relatório) – proporciona a análise das grandezas físicas envolvidas no lançamento oblíquo de projéteis.

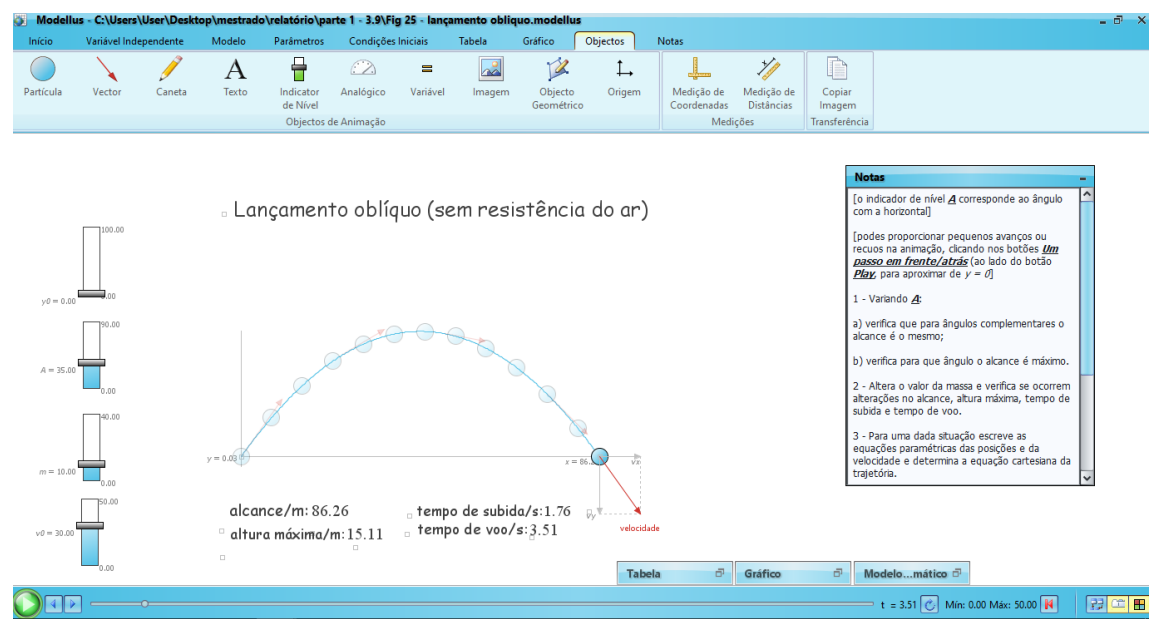


Figura ApA15 — Visão de ecrã da atividade: Lançamento horizontal – composição de dois movimentos (uniforme e uniformemente acelerado).

Tabela ApA9 – Dados relativos à tarefa 9.

Descrição geral da atividade	Enunciado existente na janela Notas
<p>O modelo simula o lançamento oblíquo de projéteis sem resistência do ar, podendo-se analisar a estroboscopia do movimento, o vetor velocidade e a influência de algumas grandezas físicas envolvidas, alterando as condições iniciais.</p> <p>No separador Gráfico é possível analisar os gráficos correspondentes a várias grandezas cinemáticas.</p>	<p>[o indicador de nível A corresponde ao ângulo com a horizontal; o indicador k traduz uma constante para o corpo em estudo e corresponde à força de resistência do ar]</p> <p>[pode-se proporcionar pequenos avanços ou recuos na animação, clicando nos botões <i>Um passo em frente/atrás</i> (ao lado do botão Play, para aproximar de <math>y = 0</math>)</p> <p>Parte 1</p> <p>1 - Variando A, mantendo <math>k=0</math>:</p> <p>a) verificar que para ângulos complementares o alcance é o mesmo;</p> <p>b) verificar para que ângulo o alcance é máximo.</p> <p>2 - Alterar o valor da massa e verificar se ocorrem alterações no alcance, altura máxima, tempo de subida e tempo de voo.</p> <p>3 - Para uma dada situação escrever as equações paramétricas das posições e da velocidade e determina a equação cartesiana da trajetória.</p> <p>4 - Para uma dada situação, abrir o separador Gráfico e selecionar, para o eixo vertical, <math>v</math>, <math>v_x</math> e <math>v_y</math>. Concluir, através da análise da forma dos gráficos, quais os tipos de movimento nos eixos de <math>x</math> e <math>y</math>, e qual o tipo de movimento "global".</p> <p>5 - Para uma dada situação, abrir o separador Gráfico e selecionar, para o eixo vertical, <math>E_c</math>, <math>E_p</math> e <math>E_m</math>. Verificar que há conservação da energia.</p>

	<p>6 - Que sucederia à bola se, num determinado instante do movimento, deixasse de haver força gravítica?</p> <p>Parte 2</p> <p>Para um dado valor de A (para um lançamento oblíquo), variar k e interpretar.</p> <p>Parte 3</p> <p>Para um dado valor de k, colocar A = 0 e A = 90 e interpretar.</p>
--	--

TAREFA 10 – LANÇAMENTO HORIZONTAL – COMPOSIÇÃO DE DOIS MOVIMENTOS (UNIFORME E UNIFORMEMENTE ACELERADO) (relação com a figura 31 do relatório) – possibilita a verificação da independência dos movimentos, horizontal e vertical e a análise das grandezas cinemáticas envolvidas.

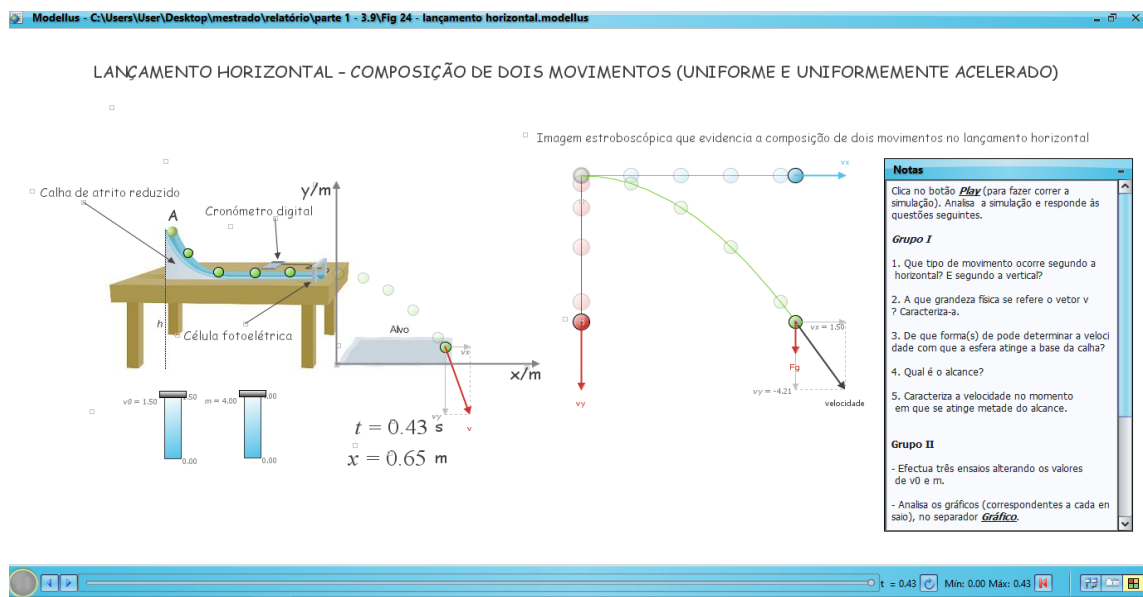


Figura ApA16 – Visão de ecrã da atividade: Lançamento horizontal – composição de dois movimentos (uniforme e uniformemente acelerado).

Tabela ApA10 – Dados relativos à tarefa 10.

Descrição geral da atividade	Enunciado existente na janela Notas
O modelo simula o lançamento horizontal de uma esfera largada de uma dada posição sobre a uma calha sem atrito calha (despreza-se a resistência do ar).	Clicar no botão Play (para fazer correr a simulação). Analisar a simulação e responder às questões seguintes.
No separador Gráfico é possível analisar os gráficos correspondentes a várias	<p>Grupo I</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Que tipo de movimento ocorre segundo a horizontal? E segundo a vertical?</li> <li>2. A que grandeza física se refere o vetor <math>v</math>? Caracteriza-a.</li> <li>3. De que forma(s) se pode determinar a velocidade com que a esfera atinge a base da calha?</li> <li>4. Qual é o alcance?</li> <li>5. Caracterizar a velocidade no momento em que se atinge metade do alcance.</li> </ol> <p>Grupo II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectuar três ensaios alterando os valores de <math>v_0</math> e <math>m</math>.</li> </ul>

grandezas cinemáticas.	<p>- Analisar os gráficos <math>x = x(t)</math> e <math>y = y(t)</math> (correspondentes a cada ensaio), no separador Gráfico.</p> <p>- Interpretar os resultados observados elaborando um texto no qual sejam abordados os seguintes tópicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identificação das forças que atuam sobre o projétil;</li> <li>• identificação dos dois tipos de movimento do projétil;</li> <li>• tempo de queda;</li> <li>• influência da massa no movimento.</li> </ul> <p>Grupo III</p> <p>1 - Verificar que se observa a Lei da Conservação da Energia, analisando os gráficos da energia cinética, energia potencial e energia mecânica, no separador Gráfico.</p> <p>2 - Deduzir as expressões que traduzem a forma com varia a <math>E_c</math>, <math>E_p</math> e <math>E_m</math>, com o tempo.</p>
------------------------	---

## TAREFA 11 – MOVIMENTO CIRCULAR E UNIFORME (SATÉLITE EM TORNO DA TERRA) (relação com a figura 37 do relatório)

– análise gráfica do movimento circular uniforme.

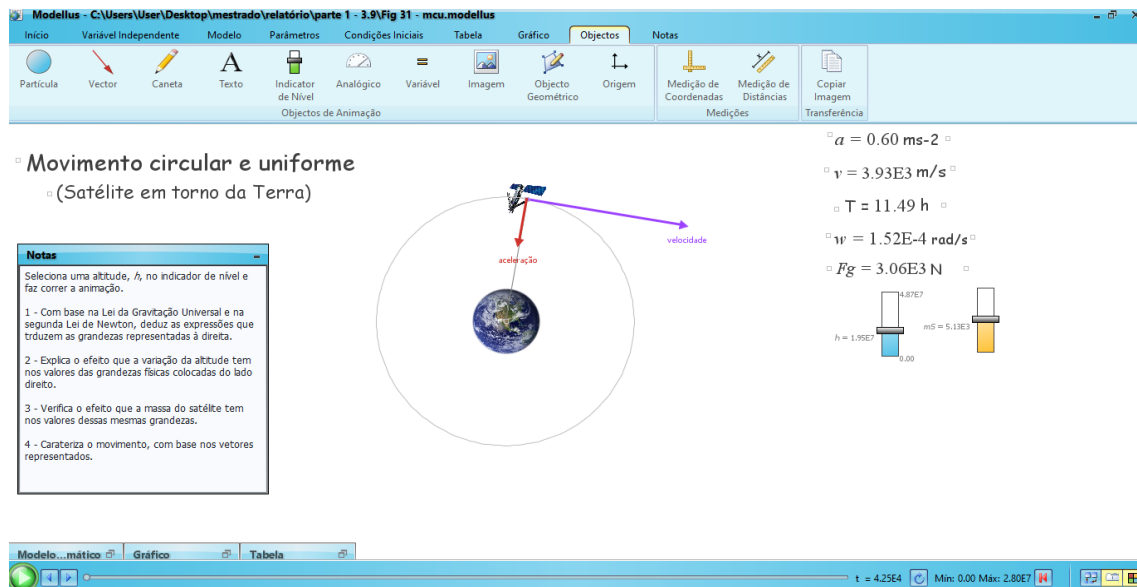


Figura ApA17 – Visão de ecrã da atividade: Movimento circular e uniforme (Satélite em torno da Terra).

Tabela ApA11 – Dados relativos à tarefa 11.

Descrição geral da atividade	Enunciado existente na janela Notas
O modelo simula o movimento de um satélite artificial da Terra – movimento circular uniforme –, que pode ser confirmado pela disposição dos vetores aceleração e velocidade, representados. O modelo também mostra a variação de algumas	<p>Selecionar uma altitude, <math>h</math>, no indicador de nível. Executar o modelo e observar o movimento e as grandezas.</p> <p>1 - Com base na Lei da Gravitação Universal e na segunda Lei de Newton, deduzir as expressões que traduzem as grandezas representadas à direita.</p> <p>2 - Explicar o efeito que a variação da altitude tem nos valores das grandezas</p>

<p>grandezas físicas características deste tipo de movimento, podendo ser alteradas, com base na alteração da altitude em relação à superfície da Terra.</p>	<p>físicas colocadas do lado direito.</p> <p>3 - Verificar o efeito que a massa do satélite tem nos valores dessas mesmas grandezas.</p> <p>4 - Caraterizar o movimento, com base nos vetores representados.</p> <p>5 - Se as grandezas estiverem indicadas em unidades SI, qual é a distância percorrida ao fim de uma volta?</p>
--	--



APÊNDICE B – Alguns trabalhos práticos/laboratoriais desenvolvidos (conteúdo correspondente ao item 3 da parte 2).

- Atividade laboratorial e relatório, em formato de V de Gowin, promotora da apropriação de conhecimentos sobre a aplicabilidade de instrumentos científicos históricos, inserida nos conteúdos do 7º ano de escolaridade – domínio “Terra no Espaço”.

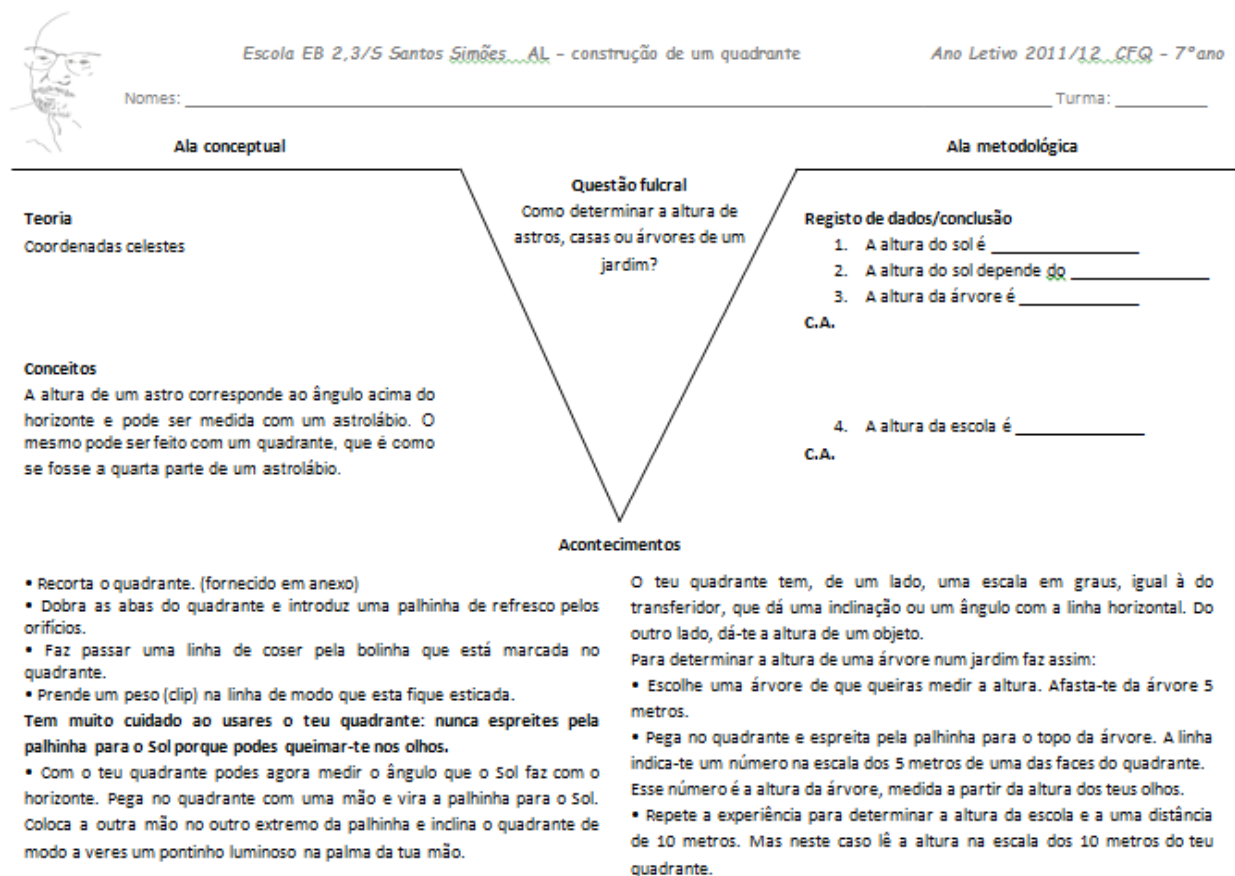


Figura ApB1 - V de Gowin sobre a construção de um quadrante.

- Atividade prática promotora de reflexão sobre a segurança rodoviária, inserida nos conteúdos do 9º ano de escolaridade – domínio “Movimentos e Forças” – adaptada de Science Across Europe [P] © ASE/BP 1999.

	Escola EB 2,3/5 Santos Simões Actividade 1 – Segurança Rodoviária Fonte: Science Across Europe [P] © ASE/BP 1999	Ano Lectivo: 2007/08 CFQ_9º_Física
---	--	---------------------------------------



### Os jovens, em risco, na estrada

Os acidentes rodoviários na Europa originam por ano cerca de 50 mil mortes e 1,5 milhões de feridos graves que necessitam de hospitalização. Enquanto efectuar o estudo desta unidade morrem nas estradas da Europa a volta de 100 pessoas. Porque é que toleramos tantas mortes e feridos nas estradas? Não toleramos riscos muito menores das tecnologias provenientes, por exemplo, da energia nuclear e dos medicamentos usados no tratamento de doenças.

Todos os anos na Europa, aproximadamente 15 mil pessoas, entre os 15 e os 24 anos de idade, morrem em acidentes de trânsito, muitos dos quais envolvendo veículos motorizados. O número de acidentes dos jovens condutores é 5 a 7 vezes superior ao dos condutores de meia-idade, para a mesma distância percorrida.

Parece que a idade constitui um factor de risco e perigo mais importante que a experiência. Isto talvez esteja relacionado com as atitudes que se têm perante o risco em cada idade.

### Inquérito no grupo

#### Como nos deslocamos para a escola

Como nos deslocamos	Número de alunos	Porcentagem de alunos	Distância média percorrida, em km	Tempo médio, em minutos
A pé				
De bicicleta				
De motorizada/mota				
De carro				
No autocarro da escola				
Em transportes públicos (rodoviário)				
Em transportes públicos (comboio)				
Outro (especifique) .....				

ATCMM

Página 1 de 3

### Atitudes para com a utilização do equipamento de segurança

A tabela seguinte mostra o cuidado que tomamos (ou não) para termos a maior segurança possível na estrada. As respostas mostram o que fazemos normalmente (e não apenas no nosso percurso para a escola).

Tipo de equipamento	Alunos que usam este tipo de equipamento		Alunos que não usam este tipo de equipamento	
	Número	Razões porque o fazemos	Número	Razões porque o não fazemos
Material reflector no vestuário para andar a pé ou de bicicleta				
Capacetes de segurança em bicicletas				
Capacetes de segurança em motos/motorizados				
Cintos de segurança nos carros				
Outro (especifique): .....				

### Comentário aos resultados

ATCMM

Página 2 de 3

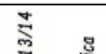
Aqui apresentamos as nossas ideias sobre o que fazer para termos um percurso mais seguro para a nossa escola, retirando os perigos e diminuindo os riscos.

PROBLEMAS	SOLUÇÕES
Exemplos de perigos que encontramos nas estradas/ ruas a caminho da escola	Ideias para reduzir os perigos e diminuir os riscos de acidentes e sinistros
Para os alunos como peões	
Para os alunos que conduzem bicicletas ou motorizadas	
Para os alunos em automóveis ou autocarros	

## Comentário aos resultados

Figura ApB2 – Atividade prática de sala de aula sobre a segurança rodoviária.

- Atividade de campo de carácter experimental promotora da consolidação de conhecimentos, e da compreensão dos conteúdos lecionados, por aplicação nas atividades do dia-a-dia. Inserida nos conteúdos do 9º ano de escolaridade – domínio “Movimentos e Forças”.



Escola EB 2,3/5 Santos Simões

Ano Letivo: 2013/14

Atividade de grupo - Movimento

FQ 9ª Física

**Necessitas de:**

- giz ou pilão para marcar posições;
- folha milimétrica;
- passel e sapo;
- 4 cronómetros.

1. Desenha, com giz, um circuito semelhante ao da figura e marca as posições 1, 2, 3, 4 e 5, como na figura.

1.1. Um dos alunos do grupo deve percorrer o circuito, partindo da posição 1, os restantes alunos deverão colocarem nas posições 2, 3, 4, e 5 e medir o tempo que o colega leva a percorrer o circuito em cada uma das posições.

1.2. Mede a distância percorrida entre 1 e 2 e a distância, em linha recta, entre 1 e 2.

1.3. Repete o procedimento de 1.2 para as restantes posições.

1.4. Preenche, para cada uma das experiências, o seguinte quadro:

Posição	Distância percorrida (m)	Intensidade do deslocamento (m)	Tempo tempo (ms)	Distância percorrida / tempo (ms)
1 (origem) e 2				
2 e 3				
3 e 4				
4 e 5				
5 e 1				
1 e 1 (final)				

1.4.1. Analisa as diferenças. Que conclusões?


1.5. Explica o que aconteceria se repetisses todo o procedimento em posse de comida.

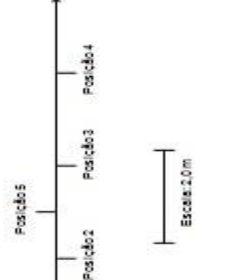
2. Analisa o percurso representado pela figura ao lado.

2.1. Repete todo o procedimento de 1, e constrói, em papel milimétrico, o gráfico posição em função do tempo.

2.2. Entre as posições 1 e 4, tenta movimentar o movimento acelerado e faz os registos adequados para determinar a força média por ti desenvolvida.

Apresenta todas as etapas de resolução)





FCM/UM

Página 1 de 1

Figura ApB3 – Atividade prática com componente para fora da sala de aula sobre alguns conceitos cinemáticos.

- Trabalho laboratorial desenvolvido a partir de uma situação problemática em que há uma manipulação e controlo de variáveis, perspetivando a acessão ao método de construção do conhecimento científico (método experimental). Inserido nos conteúdos de Química do 10º ano de escolaridade.

	<b>Escola EB 2,3/S Santos Simões</b>	Ano Lectivo: 2007/2008 FQA_gro1
	ITEMS DE AVALIAÇÃO: RELATÓRIO	APL 0.00.1 – Resolução de problemas por via experimental/ Separar e purificar

**Introdução:**

Na grande maioria das misturas, a separação dos seus componentes exige não só um único processo de separação, mas uma sequência adequada de processos de separação.

A escolha desses processos bem como a respectiva sequência deve atender aos objetivos pretendidos: recuperação de algumas ou de todas as substâncias que compõem a mistura (amostra).

Para tal é fundamental:

- conhecer quais as propriedades em que essas substâncias se diferenciam;
- planificar o procedimento adequado a sua separação.

**Problema:**

**A - Qual é o problema?**

**B - Como (onde) pode obter dados/informações sobre estas três substâncias?**

- Nos rótulos.
- No manual da disciplina.
- Conversando com o professor e debatendo com os colegas.
- Na Internet.
- Outros...

**C - Quais as propriedades físicas das diferentes substâncias a separar e que vão orientar e influenciar a escolha dos processos de separação?**

**D - Qual a sequência de operações que permite separar estas substâncias!**

Depois de analisadas várias hipóteses de procedimento foi escolhida uma sequência de operações que permite separar estas substâncias.

Este procedimento experimental pode ser representado através do diagrama seguinte.

**E - Materiais e reagentes**

**F - Cuidados a ter na execução do trabalho**

**G - Análise e crítica**

Será este o procedimento mais adequado para a separação das substâncias constituintes da mistura apresentada no problema? Haverá alternativas? Quais?

Figura ApB4 – Atividade prática laboratorial perspetivando a resolução de um problema em laboratório.



- Trabalho laboratorial desenvolvido em duas partes – de forma mais tradicional e com uso das novas tecnologias (uso de um sistema de aquisição de dados ligados às máquinas gráficas) –, perspetivando o desenvolvimento de competências para resolução de problemas. Inserido nos conteúdos de Física do 10º ano de escolaridade.

FEEL 1.355

3	1	1,40	2	3
1	2	1,20	1	2
2	3	1,00	3	1

**Análise e tratamento dos resultados:**

- Indique quais são as transferências e transformações de energia que ocorrem durante todo o movimento da bola.
- Partindo da equação de definição de coeficiente de restituição,  $e = \frac{v'}{v}$ , mostre que  $e = \sqrt{\frac{h'}{h}}$ .
- Construa o gráfico  $h' = f(h)$ . Trace no gráfico a melhor recta. Determine o seu declive (numericamente igual ao quadrado do coeficiente de restituição).

FEEL 1.355

<b>Escola EB 2,3/S Santos Simões</b>		<b>Ano Letivo: 2011/2012</b>	
<b>ITENS DE AVALIAÇÃO RELATIVO</b>		<b>AL 2.2 – Bola saltitona</b>	
Número	Nome	Turma	Classificação

**Objectivo:** – Identificar a dissipação de energia num sistema. Racionalizar o coeficiente de restituição com uma dissipação de energia e com a elasticidade dos materiais.

Se considerarmos um sistema isolado (desprezar o efeito da resistência do ar), a energia mecânica do sistema mantém-se constante. Isto significa que a altura de onde um corpo é abandonado é igual à altura atingida pelo corpo após o ressalto. Mas durante a colisão, para colisões não-elásticas, há dissipação de energia. Assim a altura ( $h'$ ) de ressalto é sempre menor do que a altura ( $h$ ) de onde o corpo é abandonado.

A equação de definição de coeficiente de restituição, para o caso de colisões com um alvo que se possa considerar fixo é,  $e = \frac{v'}{v}$ , em que:

$v'$  – valor da velocidade do corpo imediatamente depois da colisão com o solo  
 $v$  – valor da velocidade do corpo imediatamente antes da colisão com o solo

**Parte 1 – deixar cair uma bola sucessivamente de alturas diferentes medindo-se as alturas atingidas no primeiro ressalto.**

**Modo de Proceder**

- Análise as escalas dos aparelhos de medida que vão ser utilizados (segua fira métrica) de modo a fazer as leituras correctamente;
- Marque no papel da parede as alturas  $h = 1,80$  m,  $h = 1,60$  m,  $h = 1,40$  m,  $h = 1,20$  m e  $h = 1,00$  m;
- Para cada altura  $h$  em que a bola é abandonada (e não atirada) devem fazer-se três medições para a altura  $h'$  de ressalto. Registe estes valores na tabela seguinte.

**Registo dos resultados experimentais**

Bola	Ensaio	$h$ m	$h'$ m	$\overline{h'}$ m
	1	1,80		
	2			
	3			
	1	1,60		
	2			

FEEL 1.355

FEEL 1.355

FEEL 1.355

FEEL 1.355

podem tirar-se desse valor?

3. Imaginando que as alturas de queda e de ressalto eram iguais, qual seria o valor do declive da recta do gráfico obtido no tratamento de resultados? Que significado teria esta situação sob o ponto de vista energético?

4. A partir da equação da recta de regressão preveja, para a bola 1, a altura do primeiro ressalto, considerando uma altura de queda de 3,0 m.

5. Determine a expressão que permite calcular, para uma dada altura de queda, a percentagem de energia mecânica dissipada durante a colisão das bolas com o solo.

6. Qual é a relação que existe entre a elasticidade das bolas e a percentagem de energia dissipada na colisão com o solo?

7. Explique porque é que a altura atingida pela bola vai diminuindo nos sucessivos saltos.

4. Compare o declive das rectas dos gráficos obtidos nos outros grupos, e interprete as diferenças em termos de elasticidade do material de que são feitas as bolas utilizadas.

5. Determine a percentagem de energia dissipada.

Parte 2 - deixar cair uma bola, usando um sistema de aquisição automático de dados.

**Modo de Proceder**

Utilizar um sensor de movimento, ligado à máquina gráfica, que mede a distância do sensor ao topo da bola.

A partir da informação obtida através do sensor obtemos informação quanto à altura de queda da bola em relação ao solo e quanto à altura atingida no respectivo ressalto em relação ao solo – analisar o gráfico posição-tempo obtido na máquina gráfica.

**Resumo dos resultados experimentais**

Altura de queda $h_{q1}$ / m	Altura de ressalto $h_{r1}$ / m

Altura de queda $h_{q2}$ / m	Altura de ressalto $h_{r2}$ / m


**Análise e tratamento dos resultados:**

1. Com auxílio da máquina gráfica, construa um esboço do gráfico da primeira altura de ressalto em função da altura de queda, para cada uma das bolas utilizadas, obtendo a recta que melhor se ajusta aos resultados experimentais e a respectiva equação.

2. A que corresponde o declive da recta dos gráficos obtidos no tratamento de resultados e que conclusões

Figura ApB5 – Atividade laboratorial sobre transformações, conservação e dissipação de energia, no contexto da queda de uma bola.

- Atividade prática de sala de aula sobre coordenadas geográficas e cartesianas e grandezas físicas cinemáticas relacionadas com repouso e movimento (documento desenvolvido com o software flipchart) desenvolvida parcialmente no exterior da escola, com auxílio do GPS, e na sala de aula (laboratório), com auxílio de um quadro interativo, objetivando a consolidação de conhecimentos e acessão a novas competências no manuseamento útil de instrumentos. Inserida nos conteúdos de Física do 11º ano de escolaridade.



**Viagem com GPS**

### GPS

Para a realização desta actividade:

- Prepare o receptor GPS para registar as coordenadas geográficas ao longo do percurso.
- No ponto 1 aguarde o rastreio Satélites.
- Coloque o odómetro a zero.
- Marque o ponto no Menu Principal (proceda de forma semelhante para os pontos seguintes).


- Registe as coordenadas geográficas ao longo do percurso efectuado dentro do recinto da escola (marcações de 1 a 11).
- Registe o tempo total do percurso.

Una os pontos correspondentes às coordenadas das posições por onde passou.




Que nome se dá à linha que obteve?

Represente um referencial cartesiano e defina as posições inicial e final em função desse referencial.



Escreva as coordenadas cartesianas da posição inicial e final.





Represente o vector deslocamento.

Determine a expressão vectorial do vector deslocamento.

1 - Registe o valor do odómetro no final do percurso (11º ponto).

2 - Que grandeza representa este valor

3 - Determine o módulo do vector deslocamento

4 - Compare os valores obtidos em 1 e em 3. Que conclui?

5 - Determine o valor da rapidez média.

6 - Determine o vector velocidade média.

7 - Determine o módulo do vector velocidade média.

8 - Compare os valores obtidos em 5 e em 7. Que conclui?

Figura ApB6 – Atividade prática laboratorial desenvolvida com a interatividade dos quadros interativos, sobre coordenadas geográficas e cartesianas e sobre outros conceitos cinemáticos.

- Atividade laboratorial sobre o movimento retilíneo uniformemente variado, desenvolvida no exterior da escola, no pátio de recreio contendo uma rampa de acesso, objetivando a aplicação (e consolidação) de conhecimentos, num contexto real, a resolução e interpretação de problemas e acessão a novas competências no manuseamento útil de instrumentos. Inserida nos conteúdos de Física do 10 e 11º ano de escolaridade.



Identificação - Nome: \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

**Questão-problema:** Qual a influência do atrito no movimento de um corpo?

**Objetivo:** Análise das características do movimento real de um. Determinação da intensidade (média) da força de atrito.

**Procedimento:**

1. Analise as figuras em baixo.
2. Selecione uma posição ao longo do plano inclinado.
3. Coloque-se em cima da trotinete e verifique se o recetor GPS está na função de medição de velocidade.
4. Sem se impulsionar, desça o plano (mantendo a trajetória retilínea) e "grite" para o seu colega de grupo o valor da velocidade ao passar na base do mesmo (cuidado).
5. Continue, no plano horizontal (mantendo a trajetória retilínea), até parar.
6. Faça a medição da distância percorrida e do ângulo de inclinação do plano.
7. Elabore o relatório da atividade, procurando responder às seguintes questões:
  - a. Tipo de movimentos com representação das forças.
  - b. Determinação da intensidade da força de atrito através de considerações energéticas e através das leis dos movimentos, nos dois percursos.
  - c. Determinação da energia dissipada, nos dois percursos.
8. Tire conclusões.



Figura ApB7 – Atividade prática laboratorial desenvolvida parcialmente fora da sala de aula, sobre conceitos cinemáticos, mecânicos e energéticos.

- Atividade laboratorial sobre a queda livre, desenvolvido em duas partes – utilizando um sistema de aquisição de dados (máquina gráfica e sensor) e os materiais adequados (células fotoelétricas e cronómetro digital), objetivando a consolidação de conhecimentos, resolução e interpretação de problemas e acessão a novas competências no manuseamento útil de instrumentos. Inserida nos conteúdos de Física do 11º ano de escolaridade.

Física e Química A\_2015/2016

AL1.1 – Queda livre: *determinação da aceleração da gravidade (g)*

Identificação - Nome: \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

Questão-problema: dois atiradores com pesos diferentes, em queda livre, experimentam ou não a mesma aceleração?

Objetivo: Análise das características do movimento de um corpo em queda livre. Determinação de g.

**1ª parte – Determinação de g por análise gráfica**

1. Faça a legenda da figura e proponha um modo de proceder.
2. Faça o esboço da trajetória das bolas no eixo adequado.
3. Descreva o movimento das bolas referindo-se à variação da velocidade, relacionando com as forças aplicadas.
4. Com auxílio da máquina gráfica, determine a lei do movimento para cada bola e indique o significado físico de cada valor, considerando a expressão:  $y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$  (SI).
5. Conclusão, de acordo com o seguinte item:
  - comparação do valor calculado experimentalmente para a aceleração da gravidade com o valor tabulado ( $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ ), indicando (e interpretando) o valor do desvio percentual.

**2ª parte – Determinação de g através do uso de células fotoelétricas ligadas a um cronómetro digital**

1. Faça a legenda da figura e proponha um modo de proceder.
2. De que forma se determinará o valor da aceleração da gravidade?
3. Como se pode determinar os valores da velocidade em cada célula?
4. Erros de leitura:

Cronómetro: \_\_\_\_\_

Digitimetro: \_\_\_\_\_
5. Registo do diâmetro das moedas: \_\_\_\_\_

6. Registo dos resultados experimentais:

	$\Delta t_1 / s$	$\Delta t_2 / s$	$\Delta t_3 / s$
Corpo 1 (1 Moeda de 2€)			
	Média:	Média:	Média:
Corpo 2 (2 Moedas de 2 € unidades)			
	Média:	Média:	Média:

7. Tratamento de resultados:

	$\Delta t_1 / \text{ms}$	$\Delta t_2 / \text{ms}$	$\Delta t_3 / \text{ms}$	$a = g / \text{m.s}^{-2}$
Corpo 1				
Corpo 2				

Nota: Corpo 1 - 1 Moeda de 2€; Corpo 2 - 2 Moedas de 2€ unidades.

8. Conclusão, de acordo com o seguinte item:
  - comparação do valor calculado experimentalmente para a aceleração da gravidade com o valor tabulado ( $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ ), indicando (e interpretando) o valor do desvio percentual.
9. Dê a resposta à questão - problema.

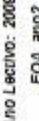
(1) Medição, com a craviera, do comprimento  $\lambda$  de um cilindro A. Craviera única um  $\lambda_{000}$ , que é constituído por uma escala principal e por uma pequena escala auxiliar, que se pode fazer deslizar ao longo da escala principal, e que está dividida num certo número de partes iguais.

(2) Para melhorar a precisão de leituras feitas em escalas sem as subdividir, o matemático e astrónomo português Pedro Nunes (1508-1558) inventou o nónio, que consiste numa pequena escala auxiliar que pode deslizar sobre a escala principal da régua (ver a Fig.). O comprimento das divisões na escala do nónio é diferente do das divisões na escala principal.

Figura ApB8 – Atividade prática laboratorial desenvolvida com o uso de sensores, sobre conceitos cinemáticos e dinâmicos, envolvidos na determinação da aceleração da gravidade.

- Atividade laboratorial sobre o movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado, desenvolvido em duas partes – utilizando os materiais adequados e um sistema de aquisição de dados (MULTILAB) com ligação a computador, e utilizando um programa computacional “desenhado” com o software MODELLUS, objetivando a consolidação de conhecimentos, resolução e interpretação de problemas e

[illegible]

	<b>Escola EB 2,3/S Santos Simões</b>		<b>Ano Lectivo: 2008/2010</b>
			<b>FQA ano2</b>
	<b>ITEMS DE</b>	<b>AL 1.2 – Será necessário uma força para que um corpo se mova?</b>	
	<b>AValiação/RELATORIO</b>		
<b>Numero</b>	<b>Nome</b>	<b>Turma</b>	
			<b>Classificação</b>

**Questão-problema:** Dois alunos discutem: um diz que é preciso aplicar constantemente uma força a um corpo para que este se mantenha em movimento; o outro afirma que, ainda que a resultante de forças que atuam sobre um corpo seja nula, este pode continuar em movimento. Quem tem razão?

**Objetivos:** interpretação do movimento segundo Aristóteles, Galileu e Newton; interpretar a 1.<sup>a</sup> e 2.<sup>a</sup> Lei de Newton. Compreender o movimento uniforme e uniformemente variado.

Questões pré-laboratoriais: Responder às questões pré-laboratoriais - pag. 81 e 82.

## Trabalho laboratorial

Para investigar se um corpo se pode manter em movimento quando a resultante do sistema de forças que sobre ele actua é nula, um grupo de alunos fez a montagem representada na figura, utilizando material de baixo custo.

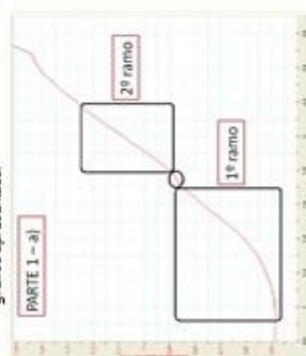
Os alunos tiveram o cuidado de utilizar um bloco F de comprimento tal que permitisse que o corpo P embalsasse no solo, antes de o carrinho C chegar ao fim da superfície horizontal, sobre a qual se movia.



PARTE 1 - Obtenção do gráfico  $y = x(t)$

Com o MULTIA5 e a calha de ar proceda como sugere a figura - fazendo as adaptações necessárias.

- a) Obtenha o gráfico  $x(t)$  e comente cada um dos ramos justificando o tipo de movimento – considere o gráfico apresentado.



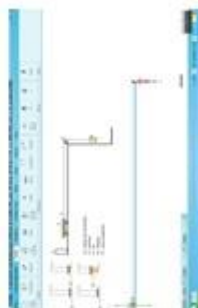
2

100

$t/s$	$x/m$
0	0,434
0,1	0,439
0,2	0,448
0,3	0,463
0,4	0,482
0,5	0,507
0,6	0,536
0,7	0,571

- c) Obtenha o valor da aceleração através da 2ª Lei de Newton (para o percurso anterior à colisão de p com o solo), e compare com o valor tirado através da lei do movimento em b). Procure justificar as diferenças.

**PARTE 2:** Execute o "mouse" ao lado, clicando no botão "play". Observe a variação de forças verificada.



- d) No separador "Gráfico" seleccione **V** em "eixo vertical" e **interprete** as funções apresentadas elaborando um texto no qual aborde os seguintes tópicos:

  - **Identificação** das forças que actuaram sobre o carrinho, antes e depois do embate do corpo P com o solo;
  - **Identificação** dos dois tipos de movimento do carrinho, ao longo do percurso considerado, explicitando os intervalos de tempo em que cada um deles ocorreu;
  - **resposta** ao problema proposto, fundamentada nos resultados da experiência – evidenciados pelo "modelo"!


- 100 -



- Atividade prática de sala de aula sobre o lançamento horizontal de projéteis. Documento desenvolvido com o software Modellus e software de captura de imagem, para gerar vídeos respeitantes às questões, objetivando a consolidação de conhecimentos e o fortalecimento da interpretação de situações problema. Inserida nos conteúdos de Física do 11º ano de escolaridade.

EEB2,3/SSS

FQA\_ano2\_2011/2012

	<b>Escola EB 2,3/S Santos Simões</b>		<b>Ano Letivo: 2011/2012</b>
	<b>ITENS DE AVALIAÇÃO/RELATÓRIO</b>		<b>FQA ano2</b>
	<b>AL 1.3 – Salto para a piscina</b>		
<b>Número</b>	<b>Nome</b>		<b>Turma</b>
			<b>Classificação</b>

**Questão-problema:** projetar um escorrega para um aquaparque, de modo que os utentes possam cair em segurança numa determinada zona da piscina. A rampa termina num troço horizontal a uma altura apreciável da superfície da água.

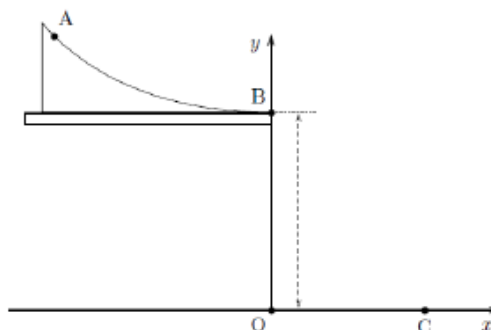
**Objetivos:** interpretar o movimento de um projétil lançado horizontalmente como a sobreposição de dois movimentos; relacionar o alcance com a posição e a velocidade iniciais.

#### Trabalho laboratorial

Para estudar a relação entre a velocidade de lançamento horizontal de um projétil e o seu alcance, um grupo de alunos montou, sobre um suporte adequado, uma calha polida, que terminava num troço horizontal, situado a uma altura de  $B\text{O m}$  em relação ao solo, tal como esquematizado na Figura (a figura não se encontra à escala). Os alunos abandonaram uma esfera, de massa  $m$ , no ponto A e verificaram que ela atingia o solo no ponto C.

Nesta simulação, apenas se analisa a parte do movimento em que o corpo entra em projétil, com resistência do ar desprezável.

Clique na hiperligação ao lado de cada questão e responda fundamentando com os factos observados.



- Registe os valores de: altura inicial, tempo de queda, alcance, módulo da velocidade final, energia cinética e energia potencial. Interprete as formas dos gráficos  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$ ,  $v_x = v_x(t)$ ,  $v_y = v_y(t)$ ,  $E_c = E_c(t)$ ,  $E_p = E_p(t)$  e  $E_m = E_m(t)$ . [LH ensaio 0](#)
- Explique como (e porquê) varia o alcance, o tempo de queda e o módulo da velocidade final com a alteração do valor da velocidade inicial ( $v_0$ ). [LH ensaio 1 -  \$v\_0\$](#)
- Explique como (e porquê) varia o alcance, o tempo de queda e o valor da energia cinética com a alteração do valor da massa ( $m$ ). [LH ensaio 2 -  \$m\$](#)
- Explique como (e porquê) varia o alcance, o tempo de queda e o valor da energia potencial, com a alteração do valor da altura inicial ( $y_0$ ). [LH ensaio 3 -  \$y\_0\$](#)
- Explique qual a influência da aceleração da gravidade, no alcance e tempo de queda. [LH ensaio 4 -  \$g\$](#)
- Que considerações se devem ter em conta nas dimensões e profundidade de uma piscina de um aquaparque para existirem condições de segurança?

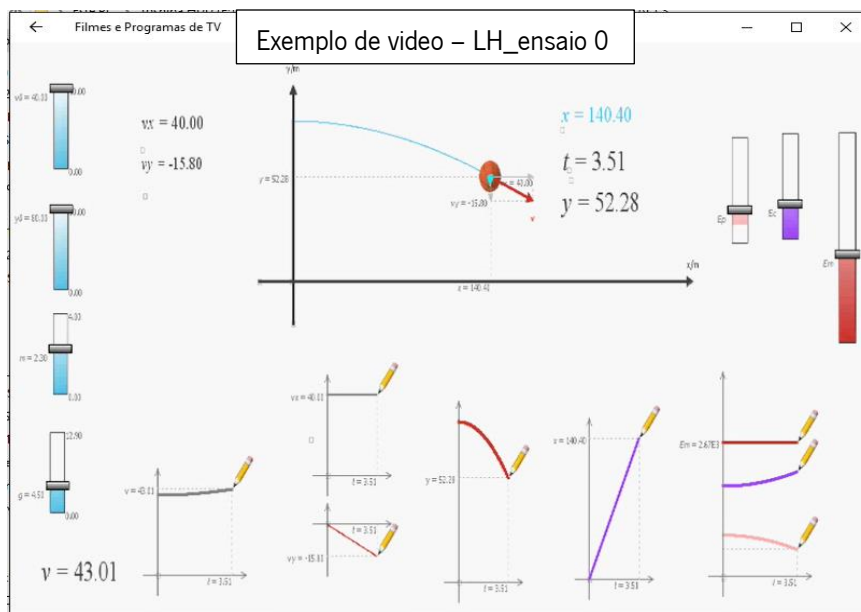
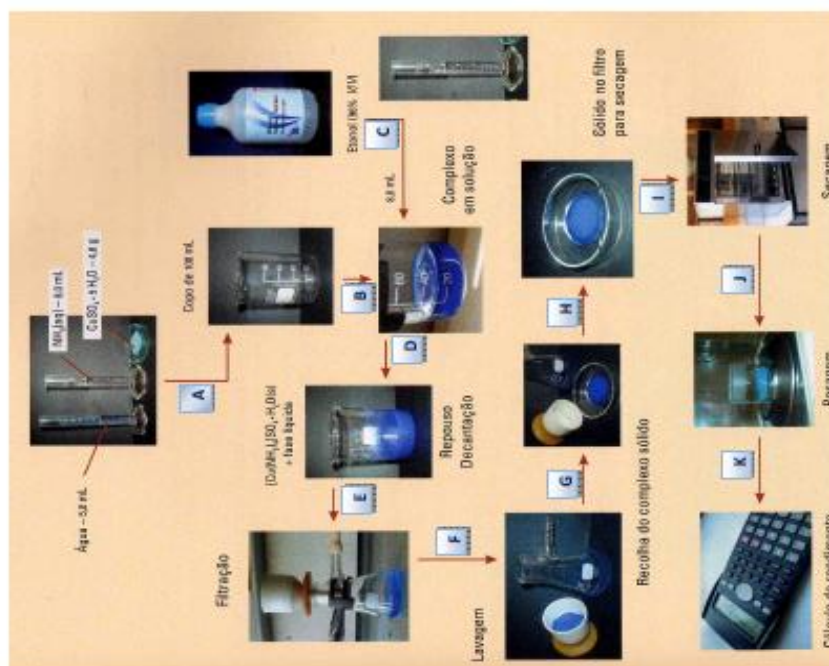


Figura ApB10 – Atividade prática de sala de aula sobre o lançamento horizontal, desenvolvida com o auxílio de análise do vídeo da simulação criada em Modellus.

- Atividade laboratorial sobre a síntese do sulfato de tertraminocobre (II) mono-hidratado, desenvolvida com base no protocolo apresentado no manual e com base na interpretação de concretização sob forma de imagens, objetivando a realização autónoma de problemas, de sistematização de dados e apresentação de conclusões – Inserida nos conteúdos de Química do 11º ano de escolaridade.

## Relatório A.L. 1.2

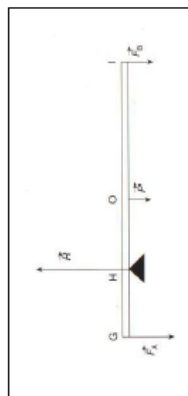
- Identificação (título do trabalho, autores, data de realização).
- Objetivos - apresentação dos objetivos do trabalho e sua contextualização num domínio do conhecimento químico.
- Planeamento e execução - apresentação das fases seguidas e sua justificação; incluir, se for o caso, materiais, reagentes e equipamentos usados.



**Actividade experimental – 3 – Verificação experimental da condição de equilíbrio de um sistema de forças paralelas aplicadas numa barra rígida e indeformável**

**Fundamentação teórica:**

Supondo um corpo – barra rígida e indeformável – a que estão aplicadas as seguintes forças paralelas:



$F_A$  – peso do corpo A  
 $F_B$  – peso do corpo B  
 $P$  – peso da barra  
 $R$  – reacção do suporte sobre a barra

- Podemos concluir que as forças aplicadas têm efeitos rotacionais, i.é., provocam a rotação da barra em torno do fulcro – H.

- O efeito rotacional de uma força é medido pela grandeza vectorial **Momento de uma Força** –

$\vec{M}_F = \vec{r} \times \vec{F}$  – ( $\vec{r}$  – vector posição do ponto de aplicação da força –  $\vec{F}$ ) – cujas características são:

- direcção: perpendicular ao plano definido por  $\vec{r}$  e  $\vec{F}$ ;

- sentido: dado pela “regra da mão direita”;

- norma:  $\|\vec{M}_F\| = \|\vec{r}\| \|\vec{F}\| \sin \alpha$  (mN).

**Notas:**

- $\alpha$  é o menor ângulo entre as direcções  $\vec{r}$  e  $\vec{F}$ ;
- $\|\vec{r}\| \cdot \sin \alpha$  designa-se por braço da força  $\vec{F}$  –  $b_F$ ;
- a direcção das forças é perpendicular à barra  $\rightarrow \alpha = 90^\circ$ ;
- é adoptado o referencial rectangular  $oxy$  ou é adoptado como sentido negativo o sentido da rotação dos ponteiros de um relógio.

- Em uma situação de equilíbrio:

A soma dos momentos de cada força, relativamente ao eixo de rotação é igual ao vector nulo –  $\vec{0}$ , i.é.,

$$\sum_{i=1}^n \vec{M}_i = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{M}_{F_1} + \vec{M}_{F_2} + \vec{M}_{F_3} + \dots + \vec{M}_{F_n} = \vec{0}, \text{ assim, para o caso considerado temos:}$$

$$\vec{M}_{H(F_A)} + \vec{M}_{H(F_B)} + \vec{M}_{H(P)} + \vec{M}_{H(R)} = \vec{0} \Rightarrow \|\vec{F}_A\| b_{FA} + \|\vec{R}\| b_R - \|\vec{F}_B\| b_{FB} - \|\vec{P}\| b_P = 0 \Leftrightarrow \|\vec{F}_A\| b_{FA} = \|\vec{P}\| b_P + \|\vec{F}_B\| b_{FB}$$

- Verificada esta condição há equilíbrio de rotação.
- A condição anterior também pode ser usada para determinar uma das grandezas envolvidas.

**Nota:** é obrigatório o registo fotográfico e apresentação como exemplificado na figura anterior; cada fase (A, B, C, ...) deve ser comentada.

4. Dados recolhidos e sua análise – apresentação dos dados (e, se necessário, das observações efectuadas), qualitativos e/ou quantitativos, usando tabelas ou gráficos (e, se necessário, análise de eventuais limitações do(s) processo(s) de recolha de dados inerentes ao observador, ao método e aos instrumentos usados).

5. Conclusão – apresentação do(s) resultado(s) construído(s) a partir da análise dos dados recolhidos, tendo por base o objectivo do trabalho e sua confrontação com os resultados previstos.

**Nota:** é obrigatório incluir a resposta às questões pós – laboratoriais da página 66.

6. Referências bibliográficas – indicação dos documentos usados na preparação e execução do trabalho e na elaboração do relatório.

Figura ApB11 – Atividade prática laboratorial sobre conceitos químicos – rendimento de uma síntese

- Atividade laboratorial sobre o momento de uma força desenvolvida da disciplina “Técnicas Laboratoriais de Física – bloco II” envolvendo conteúdos do programa de Física do 12º ano (anterior ao atual programa), objetivando a realização autónoma de problemas, de sistematização de dados e apresentação de conclusões.

**Objetivos:**

- Identificar/representar forças;
- Verificar a condição de equilíbrio de rotação.
- Interpretar/saber utilizar correctamente as escalas dos aparelhos de medida.

**Material:**

- barra de material indeformável
- suporte
- corpos com gancho de suspensão
- balança digital (de natureza 0,1 g)
- régua, lápis, folhas de papel, fita métrica

**Montagem utilizada:**



**Modo de proceder:**

**1ª Parte:**

- Determine a massa da barra ( $m_b$ ) expressa em gramas.
- Coloque a barra no suporte, de acordo com a figura 1.
- Suspenda em G um dos corpos com maior massa (A) e procure atingir o equilíbrio suspendendo em I um corpo ou um conjunto de corpos (B).

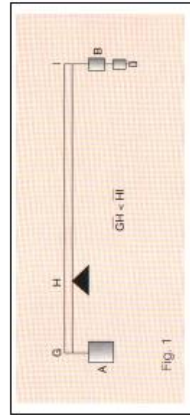


Fig. 1  
TLF II – TP 3 2 / 3

- Recorrendo à balança, determine  $m_A$  e  $m_B$ , expressas em gramas.
- Utilizando uma escala adequada, faça um esquema que represente todas as forças que actuam na barra, na condição de equilíbrio, de acordo com as notações seguintes:

**Nota:** um corpo com a massa de 10,0 g pesa 10,0 gf.

$\vec{F}_A$  – peso do corpo em A (em gf)  
 $\vec{F}_B$  – peso do corpo, ou corpos, em B (em gf)  
 $\vec{P}$  – peso da barra (em gf)  
 $b_A = \overline{GH}$   
 $b_B = \overline{HI}$   
 $b_P$  – distância do ponto de aplicação de  $\vec{P}$  ao fulcro (H)

7. Preencha o quadro:

	$ \vec{F}_A /N$	$b_A/m$	$ \vec{F}_B /N$	$b_B/m$	$ \vec{P} /N$	$b_P/m$
1ª Parte:						
2ª Parte:						

Dado: 1Kgf  $\approx$  10 N (nota: a 2ª Parte, só é preenchida depois de repetido o procedimento)

8. Cálculos:

Verifique a condição de equilíbrio:  $\sum_{i=1}^n M_H(\vec{F}_i) = 0$

(nota: devem ser efectuados os cálculos para as duas partes)

**2ª Parte:**

**Repita o procedimento**, colocando a barra no suporte de acordo com a figura 2 e suspendendo agora um dos corpos de maior massa em I'.




**Elaborar o relatório em grupo.**

Figura ApB12 – Atividade prática laboratorial, sobre os conceitos mecânicos, envolvidos no equilíbrio de corpos.

- Atividade de projeto laboratorial sobre eletroquímica, objetivando a aplicação dos conhecimentos adquiridos a partir de uma situação problemática em que é proposto a manipulação, o controlo de



	<p><i>Escola EB 2,3/S Santos Simões</i></p> <p><i>Química</i></p>	<p><i>Ano Letivo: 2011/12</i></p> <p><i>12º Ano</i></p>
	<p><b>Actividade de Projecto</b></p>	<p><b>Turma: A</b></p>

## Problemas

- ✓ Como construir uma pilha com uma diferença de potencial entre 0,5 e 1,5V?
- ✓ Como construir uma pilha com os mesmos materiais de eletrodo?
- ✓ Que efeito tem a concentração das soluções na diferença de potencial da pilha?
- ✓ Que característica deve ter a ponte salina?
- ✓ Porque a diferença de potencial da pilha não se mantém sempre constante?

## Introdução

As pilulas comerciais são produtos sofisticados. Resultam do desenvolvimento científico e tecnológico de anos de investigação levada a cabo por instituições públicas e privadas e por milhares de pessoas. Contudo, é possível construir pilulas muito simples, usando materiais de uso comum facilmente disponíveis. Foi, afinal, o que fizeram Volin, Danielli e outros no sec. XIV.

Esta actividade vai permitir aprofundar algumas ideias sobre oxidação-redução e combater o modo de funcionamento de uma pilha electroquímica.

### Objetivos

- Identificar os constituintes de uma pilha electroquímica;
- Reconhecer a importância de cada um desses constituintes no funcionamento da pilha;
- Prever a diferença de potencial de uma pilha electroquímica combinando os electrodos;
- Seleccionar os materiais a utilizar recorrendo a séries electroquímicas mas também considerando o custo, toxicidade e disponibilidade de materiais;
- Representar esquematicamente a pilha construída;
- Determinar experimentalmente a força electromotriz da pilha ( $\mathcal{E}_{\text{m}}$ );
- confrontar os resultados obtidos com os previstos e encontrar justificações para  $\Delta(\mathcal{E}_{\text{m}})$ ;
- Descrever o efeito da concentração m.d.p. da pilha construída;
- Verificar a dependência entre  $\mathcal{E}_{\text{m}}$  e o quociente da reacção.

### Sugestões

Quando se entra a "fase" começa a acontecer situações que não foram previstas. Ter-se-á então de proceder a alterações nos métodos de pesquisa ou até mesmo no questionário original (o que não é o caso). Pode ser necessário acrescentar mais material à lista inicial.

Para que nenhuma informação se perca, é necessário:

- é registrado não o que se tentou e planeou e até mesmo o que não resultou ou que falhou; realizar as experiências várias vezes de forma a obter-se dados suficientes para tirar conclusões lógicas. Deve-se, também, ter experiência; para tentar qualquer situação de forma a ter resultados; creditar, também, que quando se controla uma variável devem-se manter constantes todas as outras variáveis; não estar dependente das anotações de colegas, devem retirar as suas próprias informações em lições aprendidas.

perceptivel;

- fazer esquemas, tirar fotografias dos materiais necessários e da experiência que se leva a cabo porque a nossa memória é traçoceira e por isto "uma imagem vale mais que mil palavras".

Um trabalho escrito, de carácter científico, deve apresentar, neste, do índice o *Resumo* do trabalho e o *Abstract*, a correspondente tradução para inglês, que cada vez mais se torna a língua universal em ciência. Para além disso, a introdução da contextualização Teórica não deve constituir mais de 30% do trabalho; a Apresentação, Tratamento e Discussão de Resultados são os pontos principais.

### Modelo de relatório

1. Identificação e apresentação (título do trabalho, autores, data de realização). (5%)
2. Objetivos – apresentação dos objetivos do trabalho e sua contextualização teórica num domínio do conhecimento científico. (20%)
3. Planejamento e execução – apresentação das fases seguidas e sua justificação; incluir, se for o caso, materiais e equipamentos usados. (15%)
4. Dados recolhidos e sua análise – apresentação dos dados das observações efetuadas, qualitativos e/ou quantitativos, usando tabelas ou gráficos e análise de eventuais limitações do(s) processo(s) de recolha de dados inerentes ao observado, ao método e aos instrumentos usados. (20%)
5. Conclusão – apresentação do(s) resultado(s) construído(s) a partir da análise dos dados recolhidos, tendo por base o objetivo do trabalho e sua confrontação com os resultados previstos. (20%)
6. Análise crítica do trabalho – apresentação dos aspetos considerados pelo aluno como relevantes para a compreensão dos resultados alcançados e ainda não enunciados anteriormente. Por exemplo, quais as novas aprendizagens alcançadas, quais as profundidades, quais dificuldades sentiu – na planificação, na execução, na interpretação e na conclusão. (15%)
7. Referências bibliográficas – indicação dos documentos usados na preparação e execução do trabalho e na elaboração do relatório. (5%)

### Crêterios gerais de avaliação

- Relatório 60%.
  - Construção da pilha 40 %
- Por cada dia além da data de entrega (5/12/2011) haverá uma penalização de 10% no valor final da classificação.



- Fotografias da realização de alguns trabalhos práticos/laboratoriais.

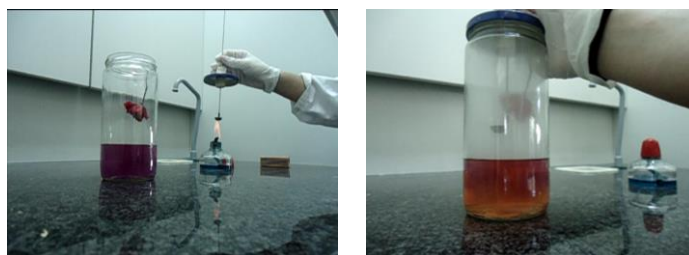


Figura ApB14 — Ensaio experimental sobre as chuvas ácidas, na hotte – combustão do enxofre e influência dos óxidos de enxofre na água e em material orgânico.



Figura ApB15 — Síntese do sulfato de tertraminocobre (II) mono-hidratado.



Figura ApB16 — Determinação experimental da aceleração da gravidade.



Figura ApB17 — Verificação da 1ª e 2ª Lei de Newton.



Figura ApB18 – Lançamento horizontal.

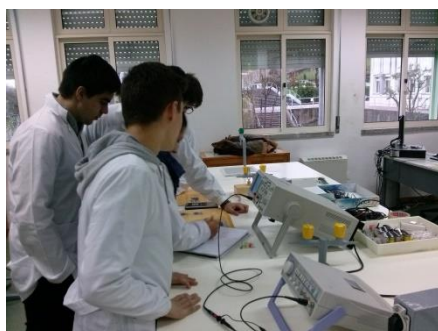
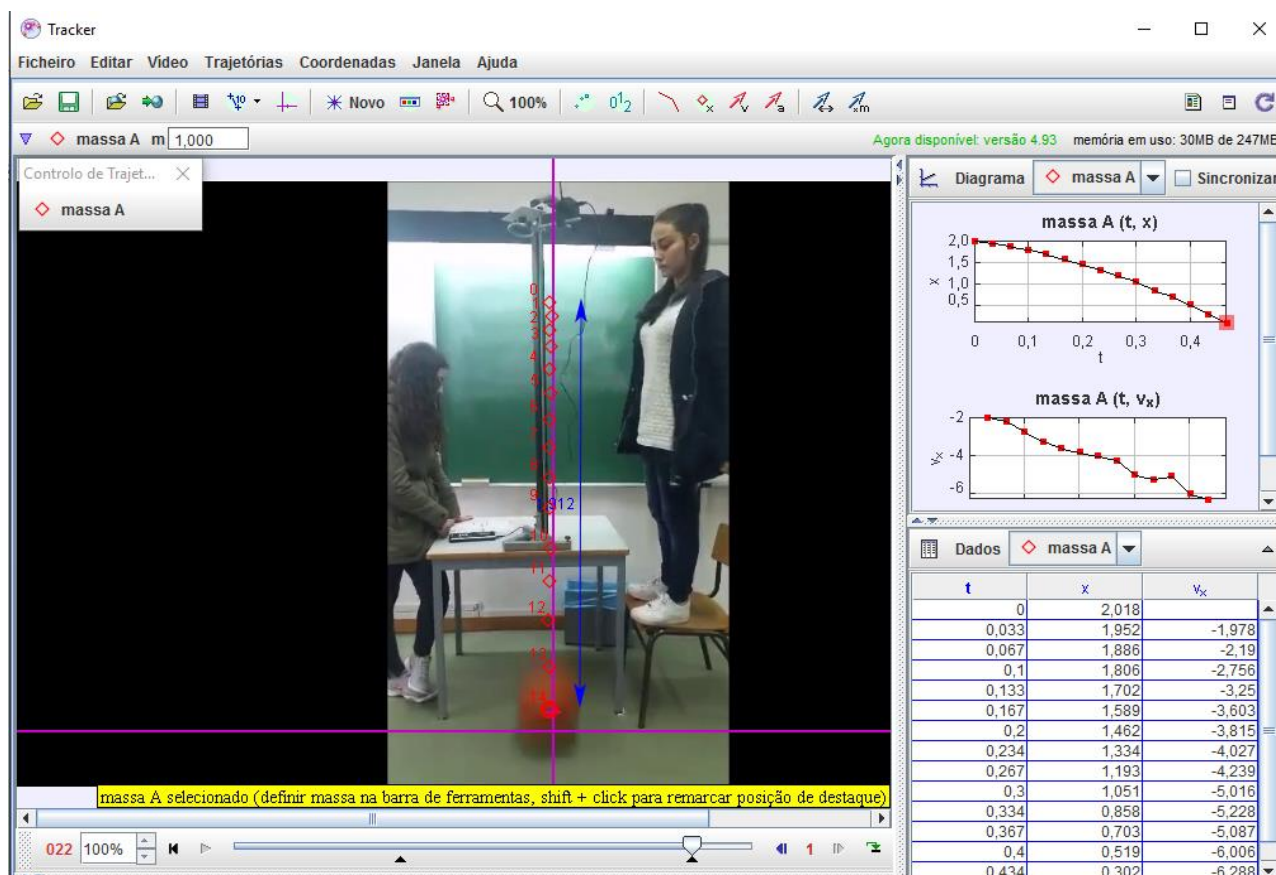


Figura ApB19 – Caraterísticas de circuitos elétricos e vizualização de ondas sonoras.



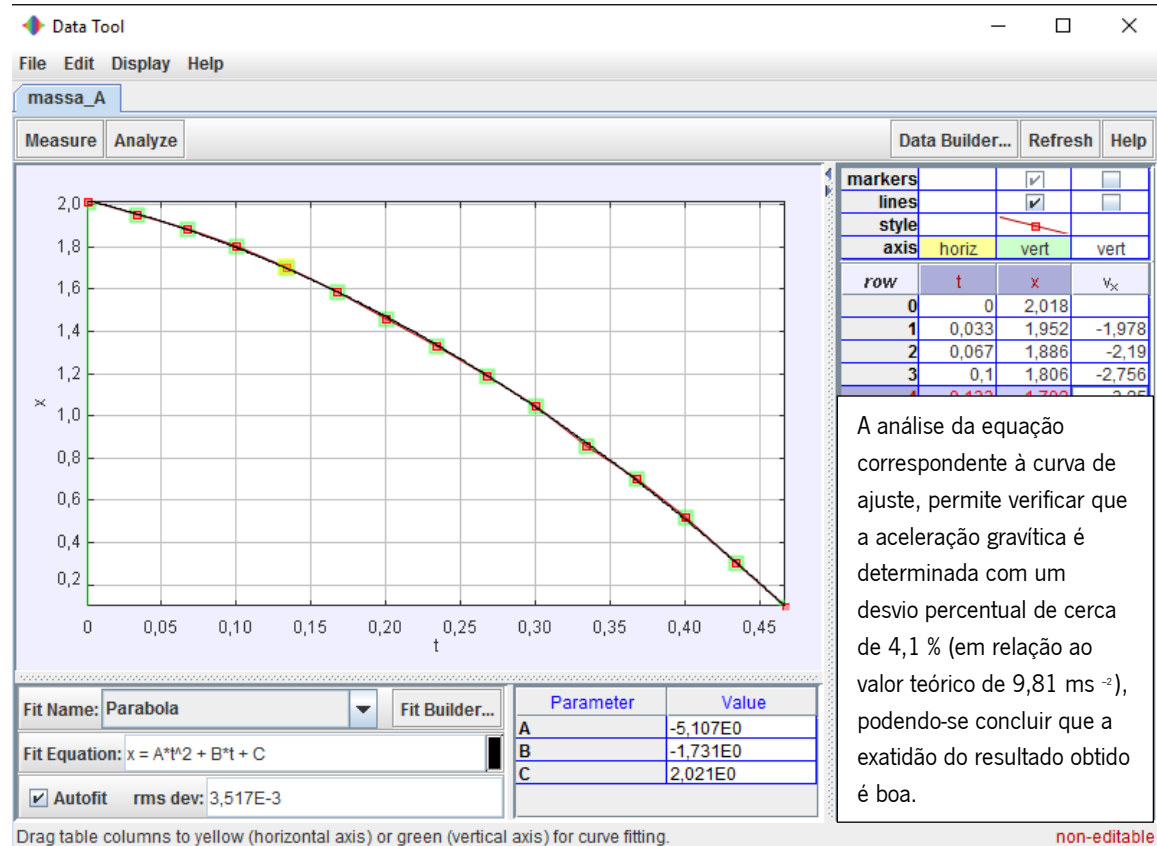
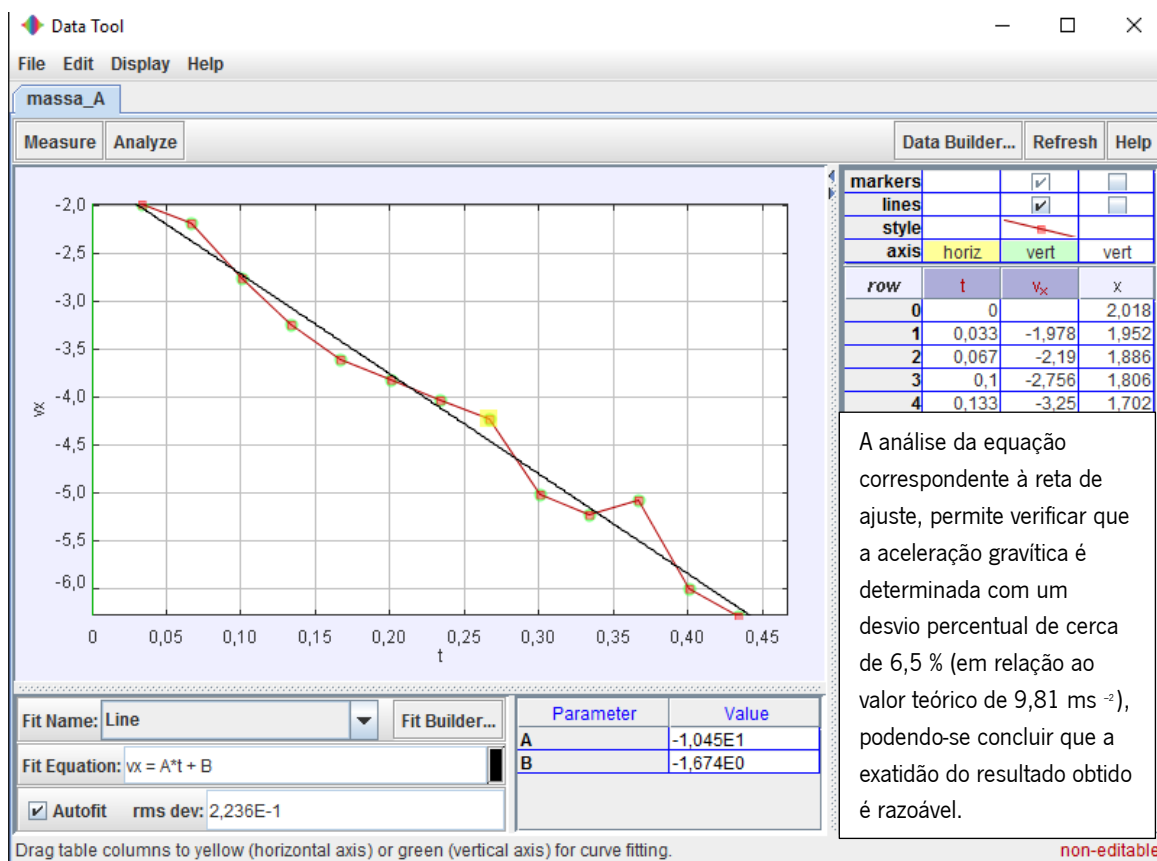


Figura ApB20 – Estudo do movimento de queda de um corpo, realizado recorrendo à gravação e análise de um vídeo, utilizando o *software Tracker* (*software* de análise e modelagem de vídeo, da autoria de Douglas Brown e inserido no projeto Open Source Physics (OSP) – *software* de aquisição gratuita em <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>).

## ANEXOS

## ANEXOS

ANEXO A – Dedução, por integração, das equações do movimento; gráfico  $v = v(t)$ .

Nota 1: as equações do movimento 16, 17 e 18 podem ser obtidas por integração.

A equação 16 pode ser obtida por integração da equação 15 na forma escalar (já que se trata de um movimento retilíneo).

Da equação 15 vem  $dv = a dt$ , que, integrada, fica:

$$\int_{v_0}^v dv = \int_{t_0}^t a dt \Leftrightarrow v = v_0 + a(t - t_0) \text{ obtendo-se a equação 16 fazendo } t_0 = 0.$$

A equação 17 pode ser obtida por integração da equação 12, conhecido  $v = v(t)$ , vem, integrando  $dx = v dt$ :

$$\int_{x_0}^x dx = \int_{t_0}^t v dt \Leftrightarrow x = x_0 + \int_{t_0}^t [v_0 + a(t - t_0)] dt = x_0 + v_0 \int_{t_0}^t dt + a \int_{t_0}^t t dt - a t_0 \int_{t_0}^t dt \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t^2 - t_0^2) - a t_0(t - t_0) \Leftrightarrow x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t^2 - t_0^2 - 2t t_0 + 2t_0^2) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2, \text{ obtendo-se a equação 17 fazendo } t_0 = 0.$$

A equação 18 pode ser obtida da equação 15 na forma  $dv = a dt$  e multiplicando membro a membro pela equação 12:

$$v dv = v(a dt) = \frac{dx}{dt} a dt = a dx, \text{ que integrando resulta em:}$$

$$\int_{v_0}^v v dv = \int_{x_0}^x a dx \Leftrightarrow \frac{1}{2}v^2 - \frac{1}{2}v_0^2 = a(x - x_0), \text{ obtendo-se } v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

Nota 2: integração de gráficos  $v = v(t)$  em análise do movimento.

O operador integral definido de uma função do tipo  $v = v(t)$  de  $t_0$  a  $t$  permite conhecer a área sob a curva descrita por  $v(t)$  entre estes limites e assim determinar o valor (algébrico) do deslocamento, já que se divide um intervalo de tempo em intervalos de tempo com uma amplitude que tende para zero, de modo que a variação da velocidade em cada intervalo de tempo é muito próxima da velocidade real, e, assim, em cada intervalo, o espaço percorrido pode-se tomar como se tivesse sido percorrido com velocidade constante.

Quando temos o gráfico da velocidade de uma partícula em função do tempo podemos integrar o gráfico para obter o deslocamento escalar da partícula em qualquer intervalo de tempo.

Como a velocidade  $v$  é definida em termos da posição,  $x$ , e como  $v = dx/dt$ ,  $x - x_0 = \int_{t_0}^t v dt$ , onde  $x_0$  é a posição no instante  $t_0$  e  $x$  a posição no instante  $t$ .

O integral definido no lado direito da equação anterior pode ser calculado a partir do gráfico  $v(t)$  - figura A1.

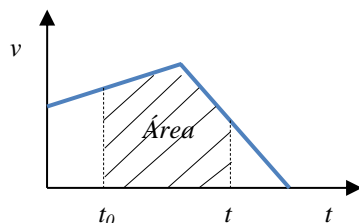
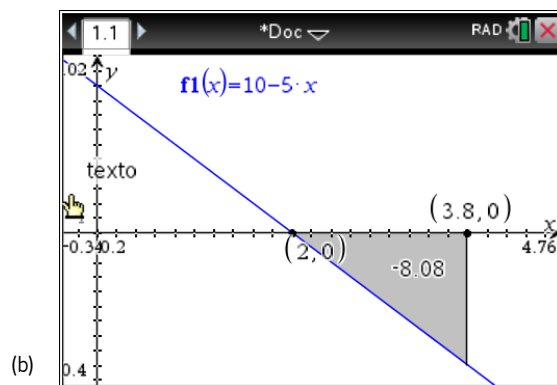
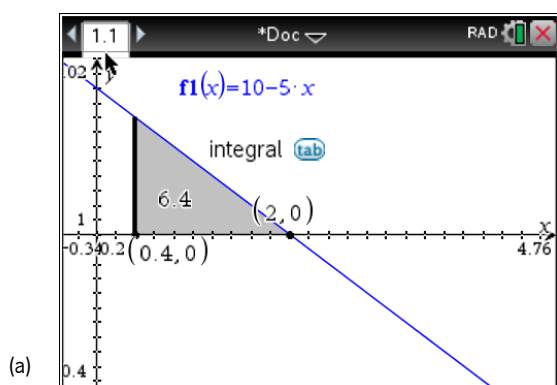


Figura A1 – Área entre uma curva e o eixo dos tempos do instante  $t_0$  ao instante  $t$  em um gráfico da velocidade em função do tempo.

Em particular,  $\int_{t_0}^t v dt = \text{área entre a curva de velocidade e o eixo dos tempos, de } t_0 \text{ a } t$ , e corresponde deslocamento escalar da partícula.

Em termos de unidades a área é expressa  $m$  pois  $(1m/s)(1s) = 1m$ , que é uma unidade de posição e deslocamento. Quando a curva da velocidade está acima do eixo do tempo, a área é positiva; quando a curva está abaixo do eixo do tempo a área é negativa.

Quando a área sobre a curva é a de uma figura geométrica simples (retângulo, triângulo, trapézio, círculo), o integral é facilmente calculável, dispensando-se o tratamento matemático complexo (como sucede no caso dos conteúdos ao nível do secundário), contudo quando tal não se verifica deve-se usar uma calculadora programável (permitida ao nível do secundário) – ver exemplo dado pela figura A2.







## ANEXO C – Velocidade terminal do movimento de um corpo através de um fluido.

Quando um corpo se move através de um fluido, como em um gás ou em um líquido, com velocidade relativamente baixa, pode-se supor que a força de atrito (no caso resistência do fluido) seja aproximadamente proporcional à velocidade e atuando em sentido contrário, podendo o seu valor ser obtido pela relação:  $\vec{R}_{ar} = -K\eta\vec{v}$ , sendo o coeficiente  $K$  dependente da forma do corpo (no caso de uma esfera de raio  $R$   $K$  é dado pela relação  $K = 6\pi R$  conhecida como Lei de Stokes), o coeficiente  $\eta$  depende do atrito interno do fluido, designado por coeficiente de viscosidade, aumentado com a temperatura, no caso dos gases.

Além da resistência do fluido existe ainda a considerar a impulsão,  $\vec{I}$ , exercida pelo fluido, a qual, de acordo com o princípio de Arquimedes, é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo,  $\vec{I} = m_{fluido} \vec{g}$ , esta força também atua no corpo, opondo-se ao movimento – figura A3.

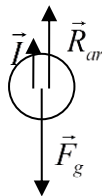


Figura A3 – Forças sobre um corpo em queda no ar.

Portanto a velocidade terminal será dada por:  $\vec{v} = \frac{(m - m_{fluido})\vec{g}}{K\eta}$ .

## ANEXO D – Tipo de movimento num lançamento oblíquo.

Num lançamento oblíquo, enquanto o projétil sobe, a componente tangencial da força gravítica tem sentido oposto à velocidade (figura A4), o que implica que o movimento seja retardado – o módulo da velocidade diminui –, mas não uniformemente, pois a aceleração tangencial depende do ângulo entre estes dois vetores. Quando o projétil desce, a componente tangencial da força gravítica tem o mesmo sentido da velocidade, o que implica que o movimento seja acelerado, mas não uniformemente, pela mesma razão.



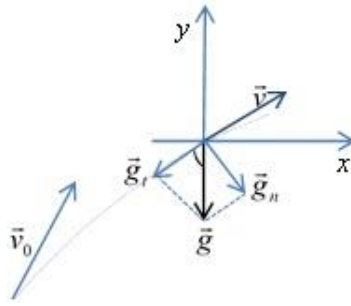


Figura A4 – Componente tangencial da aceleração gravítica (tem sentido oposto à velocidade, quando o projétil sobe).

#### ANEXO E – Dedução da expressão que permite determinar o módulo da aceleração normal.

Considere-se uma partícula em movimento circular – figura A5.

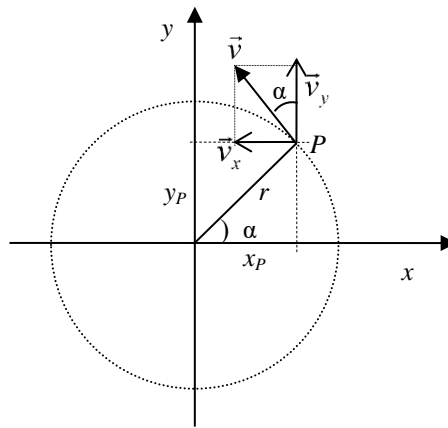


Figura A5 – Partícula com movimento circular.

No ponto  $P$  o vetor velocidade (tangente à trajetória) pode ser representado pelas suas componentes em  $x$  e em  $y$ . Assim, nas condições da figura 1:

$$\begin{aligned}\vec{v} &= -v \operatorname{sen} \alpha \vec{e}_x + v \cos \alpha \vec{e}_y \Leftrightarrow \vec{v} = -v \frac{y_p}{r} \vec{e}_x + v \frac{x_p}{r} \vec{e}_y \Rightarrow \\ \Rightarrow \vec{a} &= -\frac{v}{r} \frac{dy_p}{dt} \vec{e}_x + \frac{v}{r} \frac{dx_p}{dt} \vec{e}_y \Leftrightarrow \vec{a} = -\frac{v}{r} v \cos \alpha \vec{e}_x + \frac{v}{r} (-v \operatorname{sen} \alpha) \vec{e}_y \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \vec{a} &= -\frac{v^2}{r} \cos \alpha \vec{e}_x - \frac{v^2}{r} \operatorname{sen} \alpha \vec{e}_y \Rightarrow |\vec{a}| = \sqrt{\left(-\frac{v^2}{r} \cos \alpha\right)^2 + \left(-\frac{v^2}{r} \operatorname{sen} \alpha\right)^2} \Rightarrow |\vec{a}| = \frac{v^2}{r} \text{ (m/s}^2\text{)}\end{aligned}$$

## ANEXO F – Posição angular e características do vetor velocidade angular.

A velocidade angular é igual à variação do ângulo no tempo, isto é,  $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ . Sendo  $\omega$  constante, a

integração desta equação dá:  $\int_{\theta_0}^{\theta} d\theta = \int_{t_0}^t \omega dt = \omega \int_{t_0}^t dt$  ou  $\theta = \theta_0 + \omega (t - t_0)$ , que equivale à equação 28.

A grandeza física velocidade angular pode ser expressa como uma grandeza vetorial de direção perpendicular ao plano do movimento e de sentido dado pela regra da mão direita – figura A6 (em que os dedos da mão direita rodam no mesmo sentido do movimento, apontando o polegar a direção e o sentido da velocidade angular da partícula em rotação)

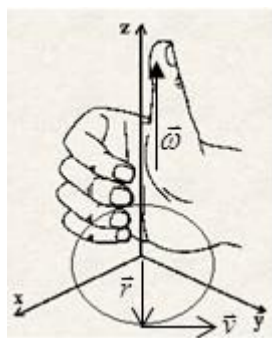


Figura A6 – Expressão vetorial da velocidade angular num movimento em que  $xOy$  é o plano de rotação – Imagem editada.

(adaptado de: <https://services.math.duke.edu/education/ccp/materials/mvcalc/vectors/vec4.html>). [19]

## ANEXO G – Anexos 1 a 14 correspondentes ao item 3 da parte 2 do relatório (trabalhos práticos/laboratoriais).

### Anexo G1

O projeto englobou a realização de um conjunto de experiências exploratórias de temas diversos na área das ciências Físicas e Químicas (protocolos disponíveis no site <http://fqss.weebly.com/ciencia-para-todos.html>, criado para a divulgação do projeto) visando proporcionar, principalmente, aos alunos do 1º ciclo – alunos da entidade parceira, cujo agrupamento de escolas é bastante heterogêneo, entre as quais algumas com características de ruralidade acentuadas – mas, também aos alunos do terceiro ciclo e secundário – da escola onde se realizou o projeto, possibilidades de: aprendizagem/conhecimento de materiais científicos bem como de manuseamento e técnicas laboratoriais; alcançar um pré conhecimento geral e alargado das ideias importantes e das estruturas explicativas da Ciência, bem como dos procedimentos da investigação científica, de modo a sentir confiança na abordagem de questões científicas e tecnológicas; reconhecer que o conhecimento científico está em evolução permanente, sendo um conhecimento inacabado.

A maioria das atividades propostas foi realizada pelos alunos, com orientação, sendo outras apenas demonstrativas dado o envolvimento de reagentes corrosivos e técnicas mais apuradas.

O desenvolvimento do projeto foi feito na escola sede do agrupamento – nos laboratórios do Departamento de Ciências Físico – Químicas e espaço envolvente, ao longo do tempo previsto para a duração do mesmo e teve um caráter de “Workshop”, em que grupos de alunos do 1º ciclo realizaram as atividades propostas (pensadas para a progressão, partindo dos currículos vigentes) com apoio dos professores e de alunos do 3º ciclo/secundário, de acordo com uma calendarização definida e de acordo com os recursos físicos e humanos disponíveis e adquiridos na sequência do projeto – para este projeto foram obtidas verbas de cerca de cerca de 7000 €.

Anexo G1a – Cartaz publicitário do projeto “Ciência para todos”.



Anexo G1b – Relatório financeiro (FEDER) do projeto “Ciência para todos”.

Componente orçamental (de acordo com formulário de candidatura)										Doc. Comprovativo Despesa		Doc. Comprovativo Pagamento		Identificação do Fornecedor	Descrição Despesa	Valor do Documento			Valor Imputado Pedido
Tipo <sup>(1)</sup>	Nº Doc.	Data	Tipo <sup>(2)</sup>	Nº Doc.	Data	Valor sem IVA	IVA	Total											
Rubrica: 070110	F	71171	10/04/2007																
Rubrica: 020121	F	71170	10/04/2007																
Rubrica: 020121	F	703795	12/04/2007	R	703592	08/05/2007													
Rubrica: 020121	F	703947	17/04/2007	R	703589	08/05/2007													
Rubrica: 070107	F	900599	20/04/2007	R	900481	08/05/2007													
Rubrica: 020121	F	900772	22/05/2007	R	900620	14/06/2007													
Rubrica: 020121	F	71247	13/04/2007	R	33393	25/05/2007													
Rubrica: 020121	F	71373	26/04/2007	R	33392	25/05/2007													
Total							5642,98	1185,02	6828	6828									

Data 16 / 7 / 2007

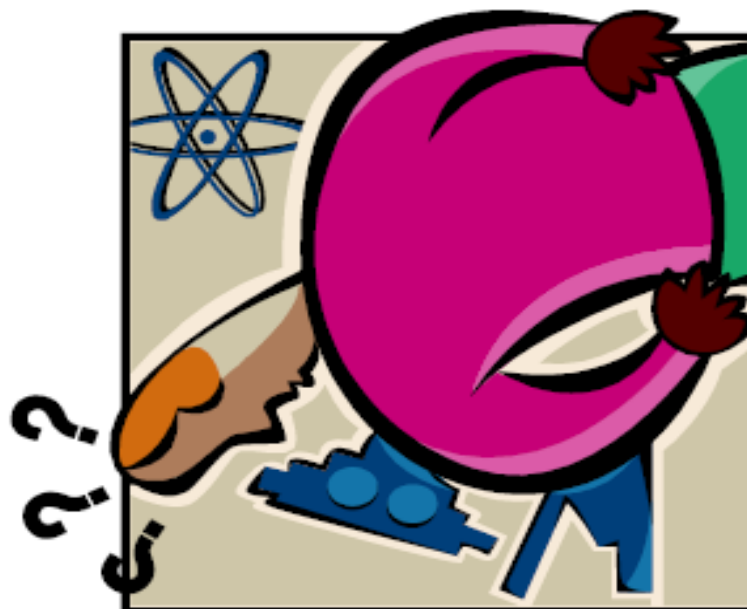
Assinatura do Responsável da Entidade

## Anexo G2 – “Clube dos porquês”

- Documento de apresentação do projeto “Clube dos porquês”.

Escola EB 2,3/5 Santos Simões Ano Lectivo: 2007/08

Apresentação do Projecto “Clube dos porquês”



“Clube dos porquês”



## Objectivos

- ✓ Estimular os alunos para as ciências experimentais;
- ✓ Ocupar o tempo livre dos alunos de um modo produtivo, indo ao encontro dos seus interesses;
- ✓ Planificar e realizar experiências, pretendendo tomar os alunos progressivamente mais autónomos e criativos;
- ✓ Promover e desenvolver a cultura Científica e o gosto pela investigação;
- ✓ Desenvolver o espírito crítico e estimular a curiosidade dos alunos, fazendo apelo ao raciocínio, ao engenho e à imaginação;
- ✓ Adquirir saberes básicos sobre a forma como a Física e a Química interpretam o mundo;
- ✓ Reconhecer a importância da preservação do ambiente;
- ✓ Desenvolver destrezas e competências no laboratório;
- ✓ Abordar conceitos de difícil compreensão de uma forma lúdica e interactiva;
- ✓ Desenvolver o sentido de organização;
- ✓ Promover a ligação Científica/Sociedade/Tecnologia;
- ✓ Dinamizar os recursos escolares existentes;
- ✓ Dar oportunidade de continuação de exploração científica aos alunos do quinto ano de escolaridade do agrupamento que participaram no projecto "Ciência para Todos";
- ✓ Abrir a Escola à Comunidade.

## Estratégias/Actividades

- ✓ Planeamento de actividades (experimentais e outras);
- ✓ Realização de actividades experimentais planeadas pelos docentes e/ou pelos docentes, supervisionadas pelos docentes;
- ✓ Realização e exposição de trabalhos de pesquisa planeados pelos docentes e orientados pelos docentes;

Apresentação do Projecto "Clube dos porquês"  
Grupo CPQ\_2007/2008

Página 3 de 4

Projecto: Clube dos porquês - grupo de Ciências Físico -  
Químicas

Professores Responsáveis: António Martins, Eugénia Machado e  
Luciana Felício

Público Alvo: Alunos dos 2º e 3º ciclos

## Fundamentação

No sentido de proporcionar aos alunos deste estabelecimento de ensino a ocupação de "tempos livres" e de promover actividades de complemento curricular que visem a promoção de actividades relacionadas com o desenvolvimento de competências e a mobilização de saberes científicos e tecnológicos na abordagem de situações e problemas do quotidiano.

Atendo à adversidade e resistência demonstradas na aprendizagem e no reconhecimento da aplicabilidade da disciplina de Ciências Físico-Químicas em situações do dia-a-dia, surge como uma necessidade emergente a criação de um espaço em que estas concepções alternativas sejam desestruturadas promovendo a aprendizagem da referida disciplina.

Com a criação do "Clube dos porquês" pretende-se colmatar o vazio relativo aos aspectos mencionados e proporcionar deste modo aos discentes um novo olhar sobre a Ciência, aproximando-os desta. Outra das metas que se pretende atingir com a criação deste Clube é a de despertar nos alunos interesse pela ciência, ilustrando, para tal, e de forma lúdica muitos dos conceitos leccionados na disciplina.

Com a criação deste clube pretende-se, também, a sensibilização da comunidade para a importância e necessidade de seguir a política dos três R's (Reduzir, Reciclar e Reutilizar) procurando colaborar na formação de cidadãos responsáveis e interventivos.

Apresentação do Projecto "Clube dos porquês"  
Grupo CPQ\_2007/2008

Página 2 de 4



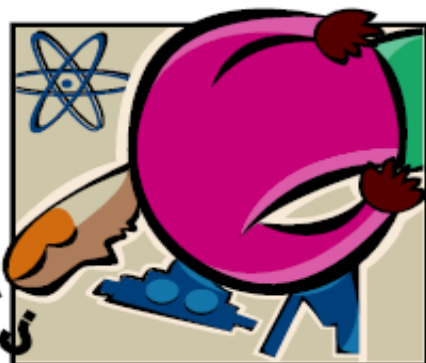
Escola EB 2, 3/5 Santos Simões

Ano Lectivo: 2007/08

## "Clube dos porquês"

Quando?? Como??

QUANDO?? COMO??



### Inscreve-te no Clube

5º f.

Das 10:15 às 11:00h e  
12:40 às 13:25h – no  
Laboratório de Física

6º f.

Das 12:40 às 13:25 no  
laboratório de Química.

Ficha de inscrição na Funcionária junto aos Laboratórios

Nota: Aceitamos grupos

Pesquisa!



Experimental!



Responde!



- Documento de inscrição no "Clube dos porquês".

- ✓ Construção e dinamização de uma página na Internet de divulgação científica e divulgação das actividades efectuadas no âmbito do Clube e no âmbito de outras actividades realizadas pelo Grupo – utilização da Internet enquanto recurso educativo e criação de e-mails com vista à troca de correspondência entre outros clubes do país;
- ✓ Visionamento de filmes de carácter científico seguidos de debate;
- ✓ Pesquisa de informações em livros, revistas científicas, enciclopédias e/ou outros;

### Recursos Humanos/ Materiais

- ✓ Professores de Ciências Físico-químicas;
- ✓ Alunos interessados, do segundo e terceiro ciclo;
- ✓ Livros, enciclopédias, revistas científicas, ...;
- ✓ Material de laboratório;
- ✓ Reagentes, a designar (de acordo com as experiências a realizar);
- ✓ Material do dia-a-dia recolhido com a colaboração dos alunos;

Nota: de modo a que os alunos tenham conhecimento da existência do Clube deverá ser feita uma circular às turmas dos 2º e 3º ciclos e afixados os horários de funcionamento do clube em placares informativos; A escolha das actividades terá em conta os recursos materiais existentes na escola.

### Ocupação do espaço físico/ Carga Horária

António Martins: 5ª Feira das 10:15 às 11:00 no laboratório de Física.

Eugénia Machado: 8ª Feira das 12:40 às 13:25 no laboratório de Química.

Luciana Felício: 5ª Feira das 12:40 às 13:25 no laboratório de Física.

Apresentação do Projecto "Clube dos porquês"  
Grupo CPQ\_2007/2008

Página 4 de 4

### Anexo G3

Foram realizadas experiências simples sobre temas relacionados com a física, química e ciências naturais – relacionadas com a pressão do ar, som e audição, separação de misturas, transformações químicas e observações microscópicas, nos laboratórios de Física, Química e Ciências Naturais –, de forma a suscitar o interesse do público-alvo – alunos do 1º ciclo – para a exploração autónoma da envolvente tecnológica.

Anexo G3a – Documento retirado do website desenvolvido pela Ciência Viva para divulgação das atividades da “Semana da Ciência e Tecnologia”, retirado do site: [http://www.cienciaviva.pt/semanact/edicao2007/index.asp?acc=showbydistrito&id\\_distrito=4](http://www.cienciaviva.pt/semanact/edicao2007/index.asp?acc=showbydistrito&id_distrito=4).

**CIÊNCIA VIVA 20**

HOME INICIATIVAS CONCURSOS PROJETOS ESCOLA CIÊNCIA VIVA BOLSAS IMPRENSA

Semana C&T 2007

**19 - 25 NOV. 2007**  
**SEMANA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA**  
24 NOVEMBRO: DIA NACIONAL DA CULTURA CIENTÍFICA

Eventos no distrito BRAGA

**Água Viva**

**Ciência dos porquês**

<b>Data Início:</b> 21-11-2007 8:30
<b>Data Fim:</b> 21-11-2007 13:30
<b>Entidade Responsável:</b> Agrupamento de Escolas Santos Simões, Guimarães
<b>Tipo de Evento:</b> Oficinas / WorkShops
<b>Público Alvo:</b> Exclusivo para audiência convidada
<b>Descrição:</b> Experiências Didáticas nos Laboratórios de Física, Química e Ciências Naturais. Experiências Didáticas realizáveis pelos alunos do 1ºciclo (3º e 4ºano) com auxílio de alunos do secundário – cada aluno terá um protocolo simples, com questões relacionadas com a descoberta dos porquês envolvidos, que, em alguns casos, serão coadjuvados com apresentações em Power Point. As actividades estarão relacionadas com a pressão do ar, som e audição, separação de misturas, transformações químicas e observações microscópicas.
<b>Local:</b> EB 2,3 e Secundária Santos Simões – Laboratórios de Física, Química e Ciências Naturais Rua Dr. Santos Simões - Mesão Frio Guimarães
<b>Nome de Contacto:</b> António Jorge Martins
<b>Telefone:</b> 916718655
<b>Observações:</b> Actividades destinadas aos alunos do Agrupamento de Escolas Santos Simões.



Semana C&T 2007

www.cienciaviva.pt/semanact/edicao2007/index.asp?acao=showbydistrito&id\_distrito=4

Aplicações Google YouTube Facebook Iniciar Sessão Caixa de entrada (10) Iniciar Sessão HSC Exams - Board of Optica Outros marcadores

Experiências Didáticas realizáveis pelos alunos do 1º ciclo (3º e 4º ano) com auxílio de alunos do secundário - cada aluno terá um protocolo simples, com questões relacionadas com a descoberta dos porquês envolvidos, que, em alguns casos, serão coadjuvados com apresentações em Power Point. As actividades estarão relacionadas com a pressão do ar, som e audição, separação de misturas, transformações químicas e observações microscópicas.

**Local:** EB 2,3 e Secundária Santos Simões - Laboratórios de Física, Química e Ciências Naturais  
Rua Dr. Santos Simões - Mesão Frio  
Guimarães

**Nome de Contacto:** António Jorge Martins

**Telefone:** 916718655

**Observações:** Actividades destinadas aos alunos do Agrupamento de Escolas Santos Simões. Estão previstas 2 sessões com a duração aproximada de 2h00 cada (40 min. em cada laboratório). Serão constituídos grupos de 27 alunos por sessão (9 alunos em cada laboratório).

Anexo G3b – Exemplo de material pedagógico desenvolvido para exploração de uma atividade Explicitação teórica e respetivo protocolo/folha de registo de observações, no âmbito da “Semana da Ciência e Tecnologia”.

- Explicitação teórica da atividade “Som”.

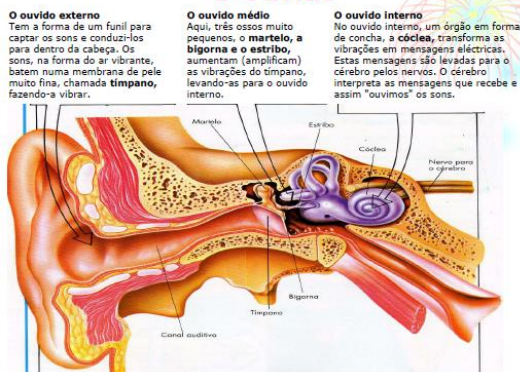


## Produção e propagação do som



O movimento vibratório do diapás é comunicado às partículas do ar que passam a executar um movimento vibratório em torno da sua posição inicial, este movimento é comunicado às partículas vizinhas, que passam, por sua vez, a vibrar e assim sucessivamente, até que as partículas junto ao nosso tímpano também vibram, pondo essa membrana em vibração. Só então se ouve o som.

## O ouvido



## Velocidade do som



A luz é mais rápida do que o som

A velocidade do som no ar é aproximadamente 340 metros por segundo e a da luz é aproximadamente 300 milhões metros por segundo

Calvin e Hobbes  
por Bill Watterson





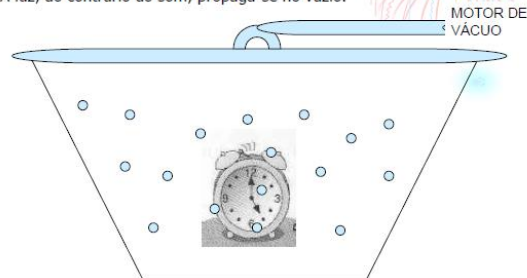
## Meios de propagação do som



O som propaga-se mais facilmente nos sólidos, como a mesa e o chão, do que nos gases, como o ar.

Quando se faz o vácuo no interior da campânula, a campainha do despertador deixa de se ouvir. Mas não deixa de se ver!

A luz, ao contrário do som, propaga-se no vácuo.



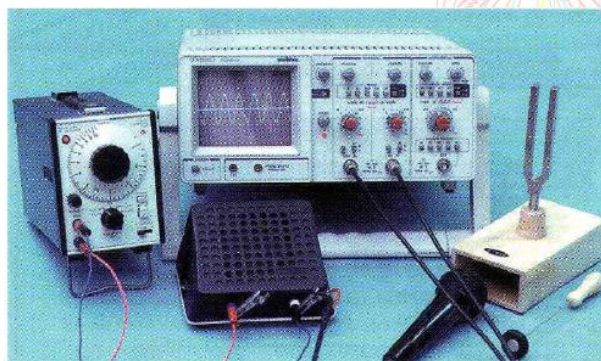
## Características do som

- **Altura** - característica que permite distinguir um som alto, agudo ou fino, de um som baixo, grave ou grosso.
- **Intensidade** - característica que permite distinguir um som forte de um som fraco.
- **Timbre** - característica que permite distinguir sons com a mesma força e altura, mas produzidos por fontes sonoras diferentes. É pelo timbre que distinguimos as vozes das pessoas, uma vez que a forma como as cordas vocais vibram é diferente.



"dó" é a nota musical em análise

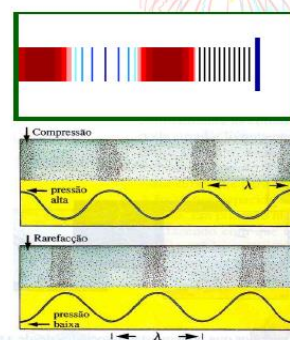
As ondas sonoras podem ser «visualizadas» num ecrã de um osciloscópio. Onde pode ser feita uma análise das características do som – altura, intensidade e timbre.



## Visualização do som



Uma fonte de som vibra para um lado e para outro e faz vibrar o ar à sua volta. Estas vibrações espalham-se pelo ar numa série de alterações regulares da pressão.



- *Respetivo protocolo/folha de registo de observações.*



**Semana da Ciência  
e Tecnologia**  
**-Ciência dos porquês-**  
Actividade: Propagação do som



Como se produzem os sons?

- ✓ Encosta as mãos à garganta e produz um som.

Diz o que sentiste nas mãos.

- ✓ Bate com um diapásão na palma da mão e coloca perto do ouvido, afastando e aproximando.
- ✓ Volta a bater com o diapásão na palma da mão e coloca uma das hastes dentro de um copo com água.

Observa e regista o que acontece, nas duas situações.

- ✓ Fabrica um tambor esticando um pedaço de plástico sobre um copo, fixando o plástico com fita-cola.
- ✓ Polvilha a pele do tambor com açúcar.
- ✓ Tenta fazer uma voz grave e fala perto do tambor.

Observa e regista o que acontece.



Agência Nacional  
para a Cultura,  
Ciência e Tecnologia



Página 1 de 2



**Semana da Ciência  
e Tecnologia**  
**-Ciência dos porquês-**  
Actividade: Propagação do som



O som ouve-se mas não se vê! Como "visualizar" uma onda sonora?

Para "visualizar" o som pode ligar-se o microfone a um osciloscópio. O microfone transforma o som em sinais eléctricos que podem ser observados no ecrã.

Assim podemos "visualizar" o som produzido por vozes, diapásão e instrumentos musicais.

Devemos seguir as seguintes etapas:

- ✓ Colocar o microfone junto do diapásão e bater neste para que se produza um som.

Faz o desenho do que visualizas no ecrã do osciloscópio e identifica as "cristas" e os "vales" da onda

- ✓ Próximo do microfone, vocaliza as cinco vogais prolongando cada uma delas

Faz o desenho de duas das vogais que visualizas no ecrã do osciloscópio

As representações gráficas observadas são iguais ou diferentes?

Olhando para a forma das ondas produzidas pelo diapásão e pela tua voz, qual achas ser o som mais puro?



Agência Nacional  
para a Cultura,  
Ciência e Tecnologia



Página 2 de 2

## Anexo G4 – Clube de robótica.

Para atingir os objetivos começou-se pela base, apostando-se em alunos mais novos 3º ciclo – 8º ano. Foi efetuada uma prova de seleção com o auxílio do gabinete de psicologia da escola e foram adquiridos kits de montagem de aparelhos eléctricos/electrónicos simples (motores, rádios e material electrónico diverso) e foi dada formação aos alunos seleccionados sobre conceitos de eletricidade, electrónica e programação. Houve necessidade de encontrar patrocínios para permitir a participação em um evento com objetivos pedagógicos relacionados com a robótica – *Roboparty* de 27 de Fevereiro a 1 de Março no pavilhão desportivo da Universidade do Minho em Guimarães.

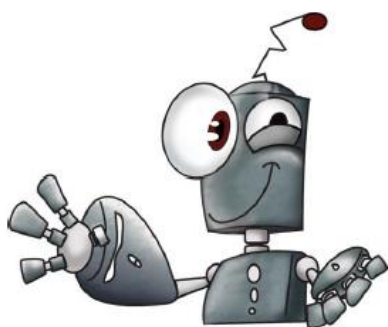
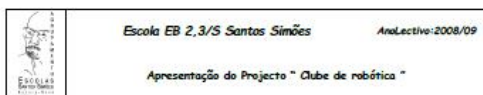
A participação neste evento trouxe projeção ao clube e motivou os alunos e professores, para o aperfeiçoamento das técnicas e definição de novos objetivos, mais ambiciosos – participação em festivais nacionais e internacionais. Foi necessário alargar o leque de professores apoiantes, tendo-se incluído, no ano letivo seguinte mais um professor de física e química e outro de informática.

Apesar do espartilho imposto pela alteração de orientações curriculares – diminuição de nº de professores e do nº de horas para estes projetos –, o trabalho conjunto de professores e alunos das áreas de ciências e

artes, do ensino regular e profissional, resultou em alguns prémios e participações muito satisfatórias, em representação da escola e do país.

Neste ano letivo (2015/2016) os alunos que faziam parte do clube quase desde a sua origem, prosseguiram o seu estudo em instituições de ensino superiores e houve necessidade de reiniciar o trabalho de formação de alunos.

– *Documento de apresentação do projeto “Clube de robótica”.*



## " Clube de robótica "

**Projecto:** Clube de robótica - Departamento de Matemática e Ciências Experimentais

**Professores Responsáveis:** Francisco Pinto, Luciana Felício e António Martins

**Público Alvo:** Alunos do 3º ciclo e do curso Profissional Técnico de Manutenção de Equipamentos Informáticos.

### Fundamentação

A criação deste clube pretende proporcionar aos alunos, deste estabelecimento de ensino, a ocupação de "tempos livres" promovendo ações de complemento curricular que visem a melhoria de atividades relacionadas com o desenvolvimento de competências e a mobilização de saberes científicos e tecnológicos na abordagem de situações e problemas do quotidiano.

Com a criação do "Clube de robótica" pretende-se proporcionar aos discentes um novo olhar sobre a ciência e tecnologia aproximando-os desta realidade indissociável. Outra das metas que se pretende atingir com a criação deste Clube é a de despertar nos alunos maior interesse pelo seu processo de ensino aprendizagem, ilustrando, para tal, e de forma lúdica muitos dos conceitos leccionados nas várias disciplinas em geral e, em particular, nas disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Electrónica.

Com a criação deste clube pretende-se, também, a sensibilização da comunidade para a importância e necessidade de associar a ciência, a tecnologia e a sociedade procurando colaborar na formação de cidadãos responsáveis e interventivos.

## Objectivos

- ✓ Estimular os alunos para as ciências experimentais;
- ✓ Ocupar o tempo livre dos alunos de um modo produtivo, indo ao encontro dos seus interesses;
- ✓ Planificar e realizar acções (com os robôs), pretendendo tornar os alunos progressivamente mais autónomos e criativos;
- ✓ Promover e desenvolver a cultura Científica e o gosto pela investigação;
- ✓ Desenvolver o espírito crítico e estimular a curiosidade dos alunos, fazendo apelo ao raciocínio, ao engenho e à imaginação;
- ✓ Adquirir saberes básicos sobre a forma como a Física e a Química interpretam o mundo;
- ✓ Reconhecer a importância da preservação do ambiente;
- ✓ Desenvolver destrezas e competências nos laboratórios;
- ✓ Abordar conceitos de difícil compreensão de uma forma lúdica e interactiva;
- ✓ Desenvolver o sentido de organização;
- ✓ Promover a ligação Ciência/ Sociedade/ Tecnologia;
- ✓ Dinamizar os recursos escolares existentes;
- ✓ Abrir a Escola à Comunidade.
- ✓ Desenvolver a interacção com outras instituições (participando em encontros relacionados com as actividades do clube)

## Estratégias/Actividades

- ✓ Planeamento de actividades;
- ✓ Realização das actividades planeadas pelos discentes e/ou pelos docentes, supervisionadas pelos docentes – construção dos robôs e exploração das suas potencialidades;
- ✓ Construção e dinamização de uma disciplina na plataforma moodle de divulgação das actividades efectuadas no âmbito do Clube - utilização da

Apresentação do Projecto "Clube de robótica"  
2008/2009

Página 3 de 4

Internet enquanto recurso educativo e criação de e-mails com vista à troca de correspondência entre outros clubes do país;

- ✓ Pesquisa de informações em livros, revistas científicas, enciclopédias e/ou outros;

## Recursos Humanos/ Materiais

- ✓ Professores;
- ✓ Alunos interessados do terceiro ciclo e do curso profissional de Técnico de manutenção de equipamentos informáticos - haverá uma selecção (com base em testes psicotécnicos) de seis alunos de cada nível (perfazendo um total de doze alunos)
- ✓ Livros, enciclopédias, revistas científicas;
- ✓ Material de laboratório;
- ✓ Material do dia-a-dia recolhido com a colaboração dos alunos;
- ✓ Eventual patrocínio por empresas e/ou instituições da região (para aquisição de módulos que permitam a construção de pelo menos dois robôs)

Nota: de modo a que os alunos tenham conhecimento da existência do Clube deverá ser feita uma circular às turmas do 3º ciclo e afixados os horários de funcionamento do clube em placares informativos

## Ocupação do espaço físico/ Carga Horária

Francisco Pinto: um bloco na sala de multimédia

Luciana Felício: um bloco na sala de multimédia

António Martins: um bloco na sala de multimédia

Apresentação do Projecto "Clube de robótica"  
2008/2009

Página 4 de 4

Anexo G5 – “Feira de Ciências”/ “Dia das Ciências”/”Laboratórios abertos”/”Física e Química para Totós”.

Inicialmente foi dada liberdade total para o desenvolvimento dos trabalhos, tendo surgido alguns repetidos e de abordagem demasiado lúdica e outros um pouco mais elaborados. Posteriormente foi decidido, pelos docentes do grupo (do qual sou coordenador), orientar os alunos para a elaboração de um trabalho de teor científico, em grupo, abordando temas relacionados com os currículos tratados no ano letivo em questão, e, também, tendo em vista o público-alvo, que também integra alunos do 1º ciclo do agrupamento.

A maioria das atividades apresentadas surge dos alunos do nível secundário, que mostram e explicam à comunidade escolar vários fenómenos físicos e químicos usando o equipamento de laboratório assim como equipamento construído pelos próprios. Dependendo dos alunos, algumas atividades são propostas pelos professores para desenvolvimento por estes.

Algumas vezes (não tantas como seria desejável) alguns alunos surpreendem com o grau de empenho, elaborando estratégias para o envolvimento do público que passam pela elaboração de questões relacionadas com as atividades desenvolvidas, e pela forma de explicitação e apresentação das atividades.



## Departamentos

### Dia das Ciências



É natural...  
A curiosidade sobre os fenómenos naturais sempre nos impulsionou. Neste breve tempo que cada um de nós dispõe, sempre munidos de “espírito de observação” (e instrumentos mais técnicos pois não vá a nossa “observação” nos enganar, como, aliás, já ocorreu), procurámos conhecer, compreender e manipular o que nos rodeia, sem nos esquecermos que também nós próprios nos rodeamos. Na escola a ânsia do saber é cultivada todos os dias e de maneiras diferentes. Mas há dias singulares em que ocorrem singularidades, e, em que com mais “largueza” e diferente apoio, se colhem “efeitos” diferentes. Na actividade “Dia das Ciências”, nos laboratórios de Física e de Química, alunos mais velhos (da disciplina de Química do 12º ano de escolaridade) e com mais competências, mostraram (e ajudaram a compreender) a alunos mais novos (3º e 4º anos de escolaridade, 2º e 3º ciclos e outros) um pouco do seu saber... é natural.



António Martins

Anexo G5b – Alguns documentos elaborados pelos alunos nas atividades “Feira de Ciências”/ “Dia das Ciências”

- Alguns documentos elaborados pelos alunos.
  - Panfleto de publicação das atividades.

#### LANÇAMENTO DE MISSEIS

Com a elaboração do teu míssil, poderás ver o que está na base dos lançamentos dos mísseis verdadeiros! Irás também explorar vários ângulos de lançamento e verás que a distância atingida pelo teu míssil varia com o ângulo escolhido.



#### Grupo de Trabalho:

João Machado  
Soraia Freitas  
Vanessa Leite  
Vânia Oliveira

Nº 9  
Nº 19  
Nº 21  
Nº 22  
12ºA



#### Dia das Ciências

Escola EB2,3/S Santos Simões



Escola em Movimento 2010/2011

## ACTIVIDADES EXPERIMENTAIS

Talvez nunca tenhas pensado, mas as Ciências Físico-Químicas estão relacionadas com quase tudo com que contactas no teu dia-a-dia.

Sem a Física e a Química não terias: electricidade, telemóveis, televisão, medicamentos, automóveis, roupas coloridas, e muito mais coisas.

Até ao início do séc. XX não existiam bicicletas, automóveis, aviões, luz eléctrica, telefones, radiografias, cinemas...

Todos estes inventos, e muitos mais, só foram possíveis com as investigações levadas a cabo por físicos e químicos, um pouco por todo o mundo.

Para celebrares o ano Internacional da Química, dirige-te aos laboratórios de Física e Química e diverte-te com as experiências que preparamos para ti!

Adaptado Blog Ciência no Quintal

### A PIMENTA SURFISTA E FÓSFOROS MÁGICOS

Nesta experiência vais ficar a conhecer o que é a tensão superficial da água e vais perceber a influência que ela tem na coesão das partículas da água.



### PAPEL PESADO?

Com a realização desta experiência irás entender que "não se julga um livro pela capa", pois irás perceber que uma folha de papel de jornal pode ter mais força do que alguma vez imaginaste!



### MONSTRENGO

A partir da observação desta experiência ficarás a compreender o que acontece com as areias movediças e, mais uma vez, perceberás que "as aparências iludem".



### OVO NO

Aqui aprenderás que, para além de cozeres o ovo, existe uma outra forma de o transformar numa 'borracha'!



### PXXXI QUE SURPRESAI

Com esta experiência irás entender o que acontece quando carregas no pulverizador do teu perfume!



### LUDIÃO

Se alguma vez fizeste de submarino na banheira, então, certamente, vais gostar desta experiência.



Dez 11, 12 e 13 de março

**FÍSICA E QUÍMICA PARA TÓTOS**

Realização de experiências nos Laboratórios de Física e de Química





Grupo 510

Como se pode realizar os sons? Tudo de novo! "Equilíbrio instável" Vários fazer de "Peca Monstros" A "maneira hábil" Plano inclinado Círculos

○ Protocolos experimentais

## FÓSFOROS MÁGICOS

**Materiais:**

**Protocolo**

1. Com cuidado, deita os fósforos na superfície da água, como no desenho;
2. Mergulha o torrão de açúcar no meio do alguidar/tina e observa o que acontece;
3. Agora, mergulha o sabão no meio do alguidar/tina e verifica o que ocorre.

**O que se observa?**

Quando colocas o torrão de açúcar os fósforos movem-se na direcção deste. No entanto, quando mergulhas o sabão os fósforos afastam-se dele.


**Explicação**

A água tem uma coisa a que se chama tensão superficial, como se fosse uma pele fina e invisível.

Quando colocas o torrão de açúcar no meio do alguidar ele absorve um pouco de água. Forma-se uma corrente de água na direcção do açúcar que puxa os fósforos com ela. Mas quando colocas o sabão a tensão superficial é mais forte ao redor da borda do alguidar, empurrando os fósforos para a borda.





**Grupo de Trabalho:**

João Machado	Nº 9	
Sorala Freitas	Nº 19	
Vanessa Leite	Nº 21	
Vânia Oliveira	Nº 22	12ºA



## LANÇAMENTO DE MÍSSEIS

**Materiais:**

**Protocolo**

1. Enche um terço da garrafa com água;
2. Fura a rolha de cortiça com a agulha da bomba;
3. Fecha a garrafa com a rolha de cortiça;
4. Arranja um local apropriado para colocar a garrafa para o lançamento;
5. Enche a garrafa com ar a partir da bomba;
6. Aguarda o lançamento do teu míssil!
7. Experimenta o lançamento com diferentes ângulos.

**O que se observa?**


Segundos após o passo cinco, a garrafa liberta-se da rolha de cortiça e é projectada. Consoante o ângulo utilizado, obtém-se um diferente alcance.

**Explicação**

À medida que injectas ar na garrafa, a pressão no seu interior aumenta. Por acção da força exercida sobre as paredes da garrafa, a rolha é projectada e o líquido é ejectado rapidamente, exercendo uma acção (A) sobre o meio envolvente (ar atmosférico) e este reage ( reacção R ), causando o movimento da garrafa ( $R_{proj} = -A$ ).

**Grupo de Trabalho:**

João Machado	Nº 9	
Sorala Freitas	Nº 19	
Vanessa Leite	Nº 21	
Vânia Oliveira	Nº 22	12ºA






**AGRUPAMENTO ESCOLAS SANTOS SIMÕES**


*A bobina de Tesla é um transformador realmente capaz de produzir altíssimas tensões, que podem facilmente superar os 100 mil volts dependendo das componentes usadas e do modelo de construção. Foi inventada pelo físico Nikola Tesla, que tinha a intenção de usar esta invenção para transmitir energia a longas distâncias sem a utilização de fios. Chegou a pensar em usá-la em comunicações, como envio de dados, mensagens, etc. Também tem a ver de fios, embora não fosse este o seu principal interesse. Até hoje estas tentativas de transmissão de sinais por ondas eletromagnéticas relacionadas aos estudos de Nikola Tesla.*

**Funcionamento:**

O Oscilador Hartley é um circuito que gera altas frequências, podendo gerar frequências de mais de 30KHz. O Oscilador está ligado a um Transformador de Linhas que eleva a tensão da rede (neste caso, 220V) para uns milhares de volts. Esta energia carrega uma linha de condensadores (armazenadores de energia), que quando carregados fazem a eletricidade dar um "salto" entre dois espaços. Após isto, podem observar-se raios de cor azul intenso e de forte ruído. Todas as vezes que há um raio, passa uma alta tensão de corrente eléctrica através da bobina primária. O campo magnético induzirá uma corrente eléctrica na bobina secundária e como o número de espiras desta é bem maior, a tensão no terminal de saída será grande.

**BOBINA DE TESLA**





Feira de Ciências 2014

**Física e Química**





## ○ Lista de curiosidades

Sabias que, em 1974, alguns cientistas enviaram uma mensagem codificada ao espaço? A mensagem foi endereçada a um grupo de estrelas chamadas M13. O problema é que essas estrelas estão a 25.000 anos-luz de distância, de modo que a mensagem levará 25.000 anos a chegar até lá. Portanto, saberemos se há vida nas M13 daqui a 50.000 anos!



Sabias que se morássemos em Neptuno, nunca teríamos aniversário? Enquanto um ano é o tempo necessário para que a Terra dê uma volta em torno do Sol, Neptuno leva 165 anos terrestres para fazer essa trajetória.

Sabias que o teu coração bate 100 000 vezes por dia e consome 1 Jovle por batida?



O Big-Bang que gerou o universo provoca interferências na tua TV até hoje.

A ausência de gravidade no espaço impede que um astronauta urtete.



Uma pulga ao saltar tem aceleração vinte vezes maior que o lançamento de um satélite espacial.

O "J" é a única letra que não aparece na tabela periódica dos elementos.



Uma pegola de ouro puro do tamanho de uma caixa de fósforos pode ser esmagada e alisada numa fina folha do tamanho de um campo de réis.



Nenhum pedaço de papel pode ser dobrado no mais mais de 7 vezes.



O grito do pato não faz eco. Não se sabe porquê.

Em 10 minutos, um furação produz mais energia do que todas as armas nucleares juntas.



A biblioteca principal da universidade de Indiana enterra-se todos os anos 1 polegada. Os arquitectos esqueceram-se de incluir o peso dos livros nos cálculos.

## Anexo G6 – Exposição “A Física no dia-a-dia”.

A exposição “A Física no dia-a-dia” trata-se de uma versão mais reduzida da exposição "A Física no dia-a-dia", que esteve patente no Pavilhão do Conhecimento até Setembro de 2012 e é baseada na obra homónima de Rómulo de Carvalho. O objetivo desta itinerância é possibilitar a visita à exposição do maior número de alunos possível, cobrindo grande parte do país e incidindo especialmente nas regiões com menor oferta científica. A exposição é marcante pela sua simplicidade. Está organizada por divisões de uma casa – quarto, sala, escritório, cozinha e jardim. Utilizando objetos do quotidiano, explicam-se vários princípios básicos da Física Clássica, trazendo uma nova visão do mundo que nos rodeia. As atividades oferecidas utilizam materiais simples, tais como clipes e pregos, espelhos e relógios, chaleiras e balanças de cozinha.

O Mundo na Escola foi instituído pelo despacho 5368/2012 do Ministro da Educação e Ciência e é dirigido por Ana Maria Eiró. A equipa executiva do programa é constituída por Graça Brites, Filipa Vala e Rui Reis.

Para o desenvolvimento da atividade participei numa sessão de formação da Física no dia-a-dia, em Vila Nova de Gaia, a cargo dos investigadores Pedro Brogueira e Filipe Mendes, do Instituto Superior Técnico, visando familiarizar os docentes com o conteúdo da exposição e discutir as melhores formas de o explorar no contexto escolar.

A sessão de abertura contou com uma dramatização do poema “Lágrima de preta” de António Gedeão (1906-1997), pseudónimo de Rómulo Vasco da Gama de Carvalho, por parte do clube de teatro (com o qual colaborei), e com um momento musical protagonizado por quatro alunas minhas do 3º ciclo do ensino articulado (parceria com a Academia de Música Valentim Moreira de Sá).



A escola esteve aberta num fim de semana (sábado e domingo) de forma a proporcionar a todos a oportunidade de visita a esta “exposição”, o que se revelou um sucesso já que em todos os momentos houve visitantes.

A cerimónia de encerramento contou com um momento musical protagonizado por alunos da escola.

Anexo G6a – Informação na página da internet do programa “O Mundo na Escola” – acedido em 07/2016, no site: <http://www.mundonaescola.pt/?p=7612>



Anexo G6b – Candidatura para a receção da exposição “A Física no dia-a-dia”.

18/06/2016

FW: Candidatura para receber a exposição A Física no dia-a-dia - António Martins

FW: Candidatura para receber a exposição A Física no dia-a-dia

António Martins

sex 15-02-2013 11:45

Para: Cristina Oliveira <

>; Elisabete Guerreiro <

>; Luciana Felício

<

>

<

>; Rui Magalhães <

>; Renato

<

-

>;

Caros colegas tomei a liberdade de, em nome do grupo, fazer a candidatura abaixo mostrada.

António

To: ajcmm1@hotmail.com

Subject: Candidatura para receber a exposição A Física no dia-a-dia

Date: Fri, 15 Feb 2013 10:08:38 +0000

From: fisicanodiaadia@mundonaescola.pt

O seu pedido vai ser analisado e em breve receberá uma resposta.

## Candidatura para receber a exposição A Física no dia-a-dia

O programa O Mundo na Escola não se pode comprometer a satisfazer todos os pedidos das escolas. Estes pedidos serão, porém, todos analisados.

Escola:	Agrupamento vertical de escolas Santos Simões - escola sede
Localidade:	Rua Dr. Santos Simões 4810- 767 Guimarães

### Professor/a

Nome:	António Jorge da Costa Morgado Martins
Grupo:	510 - Física e Química
Contacto (e-mail):	ajcmm1@hotmail.com

### Sugestão de datas

Data de início:	02-04-2013
Data de fim:	30-04-2013
Mensagem:	As datas podem ser alteradas. Os melhores cumprimentos

<https://outlook.live.com/owa/?viewmodel=ReadMessageItem&ItemID=AQMkADAwATY0MDABLThODYTYzQ3MS0wMAItMDAKAEYAAAOWRX1vunbBS...> 1/2

18/06/2016

FW: Candidatura para receber a exposição A Física no dia-a-dia - António Martins

António Martins (subcoordenador do grupo)

Nota: documento retirado do correio eletrónico em 06/2016

Anexo G6c – Convite endereçado às forças vivas do município e outras escolas, cartaz publicitário da atividade, divulgado por vários pontos da cidade e notícias para o jornal local e rádio local.

# O Mundo na Escola

## A Física no dia-a-dia na escola

Exposição baseada na obra de Rómulo de Carvalho "A Física no dia-a-dia"

A diretora do programa "O Mundo na Escola" e a direção do Agrupamento de Escolas Santos Simões têm o prazer de convidar para a sessão de inauguração da exposição "A Física no dia-a-dia" a realizar na Escola Básica 2,3/ Secundária Santos Simões, no dia 22 de abril pelas 11:30 h.

www.mundonaescola.pt  
fisica@mundonaescola.pt

TECNICO ETORICA

FCF Fundação para a Ciência e a Tecnologia



O Agrupamento de Escolas Santos Simões convida para visitar a exposição "A Física no dia-a-dia na escola".

A exposição é baseada na obra "A Física no dia-a-dia", de Rómulo de Carvalho, que tem marcado a vida das escolas por todo o país, e foi, originalmente, desenvolvida pelo Pavilhão do Conhecimento, tendo sido adaptada para uma itinerância pelas escolas no âmbito do programa O Mundo na Escola.

Mantendo o design e o conceito expositivo original, a exposição está organizada seguindo a lógica das várias divisões de uma casa – quarto, sala, escritório, cozinha e jardim - utilizando objetos do quotidiano para explicar princípios básicos da Física Clássica, trazendo uma nova visão do mundo que nos rodeia.

As atividades oferecidas utilizam materiais simples, como cliques e pregos, espelhos e relógios, chaleiras e balanças de cozinha, etc., e têm o apoio permanente de técnicos especializados que o(a) guiarão por um conjunto de experiências sobre alguns fenómenos físicos.

A exposição estará em apresentação na biblioteca da Escola Básica 2,3/ Secundária Santos Simões, desde o dia 22 de abril até ao dia 3 de maio, das 9:00 horas às 17:00 horas, nos dias úteis, e das 14:00 horas às 19:00 horas, nos fins de semana. A entrada é livre.



# O Mundo na Escola

PROGRAMA



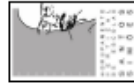
Exposição Itinerante

## A Física no dia-a-dia na escola



Exposição baseada na obra de Rómulo de Carvalho "A Física no dia-a-dia"

A partir do dia 22 de abril até ao dia 3 de maio  
na Escola Básica 2,3/ Secundária Santos Simões,  
venha (re)descobrir a beleza da Física.



**ENTRADA LIVRE**

Dias úteis das 09:00 às 17:00 horas

Fim de semana das 14:00 às 19:00 horas

A exposição conta com apoio técnico especializado permanente e está organizada seguindo a lógica das várias divisões de uma casa – quarto, sala, escritório, cozinha e jardim - utilizando objetos do quotidiano para explicar princípios básicos da Física Clássica, trazendo uma nova visão do mundo que nos rodeia.

Garantimos que comentará os fenómenos do dia-a-dia com muito mais estilo.

[www.mundonaescola.pt](http://www.mundonaescola.pt)  
[fisica@mundonaescola.pt](mailto:fisica@mundonaescola.pt)



4ººº Fundação para a Ciência e a Tecnologia

Notícia rádio

**O Agrupamento de Escolas Santos Simões convida para visitar a exposição “A Física no dia-a-dia na escola”.**

A exposição foi, originalmente, desenvolvida pelo Pavilhão do Conhecimento, tendo sido adaptada para uma itinerância pelas escolas no âmbito do programa O Mundo na Escola, e está organizada seguindo a lógica das várias divisões de uma casa – quarto, sala, escritório, cozinha e jardim - utilizando objetos do quotidiano para explicar princípios básicos da Física Clássica, trazendo uma nova visão do mundo que nos rodeia.

As atividades oferecidas utilizam materiais simples, como clipes e pregos, espelhos e relógios, chaleiras e balanças de cozinha, etc., e têm o apoio permanente de técnicos especializados que o(a) guiarão por um conjunto de experiências sobre alguns fenómenos físicos.

A exposição estará em apresentação na biblioteca da Escola Básica 2,3/ Secundária Santos Simões, desde o dia 22 de abril até ao dia 3 de maio, das 9:00 horas às 17:00 horas, nos dias úteis, e das 14:00 horas às 19:00 horas, nos fins de semana.

A entrada é livre.

Anexo G7 – visitas de estudo.

Organizo e/ou participo na organização de visitas de estudo, privilegiando sempre locais em que os alunos possam interagir com as atividades expostas de forma a sentirem que fazem parte do desenvolvimento do conhecimento e a sentirem que a ciência é um legado que tem de ser “agarrado” e alimentado com a contribuição de todos.

Algumas visitas de estudo projetadas e realizadas: ao Pavilhão do conhecimento (2009/2010 - 16 de Abril de 2010 para os alunos do 11º e 12º anos); ao Pavilhão da Água no parque da cidade do Porto (2009/2010 – 08 de maio de 2011 para alunos do 7º ano); ao Museu da Ciência e Jardim Botânico da Universidade de Coimbra (2010/2011 - 6 de Maio de 2011- 11º ano e 12º ano); à UM – Campus de Azurém – Departamento de Engenharia de Polímeros (e materiais compósitos) - 2010/ 2011 em 03 de junho de 2011 para os alunos do 12º ano); à Fábrica Centro de Ciência Viva em Aveiro (2013/2014 em 21 de fevereiro de 2014 – para alunos do 9º e 11º anos).

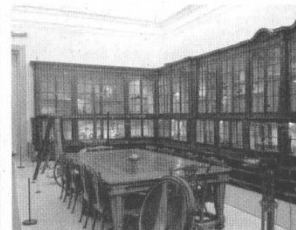


## Visita de estudo a Coimbra

Também no espaço exterior à escola a escola pode (e deve) procurar complementar e consolidar a formação dos seus alunos. Também a componente lúdica que envolve a saída propicia o fortalecimento de relações (sem as quais o ensino não vive). Também é necessária a promoção da interligação entre teoria e prática e entre disciplinas (sob pena de perda de significado do ensino), em diferentes registos e no exterior.

A visita de estudo a Coimbra – primeiro ao Jardim Botânico – visita guiada ao jardim e às estufas - e depois ao Museu da Ciência – visita guiada aos gabinetes de física do século XVIII, à exposição permanente "Segredos da luz e da matéria" e sessão de ciência ao vivo - da Universidade de Coimbra – foi apreciada por todos os envolvidos (é claro que há os que são mais entusiastas e... os que não são). Foi, sobretudo, um momento em que alunos pré-universitários do Curso de Ciências e Tecnologias (claro, o melhor curso) puderam, na envolverência de uma universidade com muita história, em alguns momentos, viver alguma da especificidade do curso, especialmente no que respeita às disciplinas relacionadas com as ciências.

António Martins



**direção**

Junho 2011

2 Jornal em Movimento

- Comunicação de uma visita de estudo (visita de estudo ao Pavilhão da Água).

**Agendamento Vertical de Escolas Santos Simões**

**GUIMARÃES**

Ano Letivo 2011 / 2012

**COMUNICAÇÃO DE VISITA DE ESTUDO**

Excm<sup>o</sup> Senhor(a) Encarregado(a) de Educação,

Q(A) Diretor(a) de Turma (em cooperação com os professores do grupo de Ciências Físico-Químicas) do aluno \_\_\_\_\_, n.º \_\_\_\_\_, do 7º ano, vem, por este meio, informá-lo(a) que, no dia 08/05/2012, terça-feira, no período da tarde, os alunos da turma vão participar numa visita de estudo ao Porto, mais especificamente ao "Pavilhão da Água". Esta visita integra-se no âmbito do Plano Anual de Atividades, promovido pelo Grupo de Ciências Físico-Químicas.

Os objetivos da visita de estudo são:

- Incentivar e desenvolver o gosto pela Ciência;
- Relacionar e clarificar (e/ou aprofundar) conteúdos lecionados no âmbito da disciplina de Ciências Físico-Químicas.

A partida será por volta das 12:30 h da Escola Básica 2,3/5 Santos Simões e a chegada está prevista por volta das 18:30 h para o mesmo local.

O preço do bilhete e do autocarro está estipulado em cerca de 7,00 € (valor dependente do nº de alunos).

Faço ao exposto, agradeço que confirme se autoriza ou não o seu educando a participar nesta visita de estudo.

Com os melhores cumprimentos,

Q(A) Diretor/a de Turma,

\_\_\_\_\_

**ESCOLAS**

**SANTOS SIMÕES**

**PORTO - 4150-1**

**08/05/2012**

X \_\_\_\_\_

(Assinar, registar e devolver à turma inferior ao Diretor de Turma)

Q(e) Encarregado(a) de Educação \_\_\_\_\_, n.º \_\_\_\_\_

do(a) aluno(a) \_\_\_\_\_, n.º \_\_\_\_\_

da turma \_\_\_\_\_, autoriza/não autoriza (riscar o que não interessa) o seu/sua educando(a) a participar na visita de estudo ao "Pavilhão da Água" no Porto.

Guimarães, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Q(e) Encarregado(a) de Educação, \_\_\_\_\_

(Assinatura)

- Plano de uma visita de estudo (visita de estudo ao Pavilhão da Água).



**Agrupamento Vertical de Escolas Santos Simões**  
 2011/2012




### PLANO DA VISITA DE ESTUDO


ATIVIDADE:	
DATA A REALIZAR	08/05/2012
DINAMIZADORES	Grupo Disciplinar 510
DESTINO	Porto - Pavilhão da Água
TRANSPORTE/EMPRESA	Auto Mondinense, SA
OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver e aprofundar competências que permitam a compreensão dos fenómenos naturais e despertar a curiosidade e o pensamento crítico.</li> <li>Incentivar e desenvolver o gosto pela Ciência;</li> <li>Clarificar e/ou aprofundar conteúdos leccionados no âmbito das temáticas relacionadas com CFQ</li> <li>Fomentar a ligação Ciência/ Sociedade/ Tecnologia.</li> </ul>
CUSTO POR ALUNO	Previsivelmente 7 €
LOCAL E HORA DE PARTIDA	Escola cerca das 12:30h
LOCAL E HORA DE CHEGADA PREVISTA	Escola cerca das 18:30h
CO-DINAMIZADORES	Professores: Ana Azevedo, José Montenegro, Paulo Canedo e Teresa Moutinho.
TURMAS	Todas as do 7º ano de escolaridade
N.º TOTAL DE ALUNOS (Aproximado)	120
OBSERVAÇÕES	-----

Os Proponentes: António Martins, Elsa Barbosa e Rui Magalhães.

- Relatório de uma visita de estudo (visita de estudo ao Pavilhão da Água).



**Agrupamento Vertical de Escolas Santos Simões**  
 2011/2012



### RELATÓRIO DE ACTIVIDADE

I - Identificação/Esquema Geral de Organização																
<b>1. Escola:</b> EB 2,3/S Santos Simões		<b>4. Designação da actividade:</b> Visita de estudo ao Pavilhão da Água no Parque da cidade do Porto.														
<b>2. Departamento Curricular/Grupo:</b> DMCE/Grupo 510 – Física e Química		<b>5. Tipologia da actividade:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Visita de estudo <input type="checkbox"/> Clube <input type="checkbox"/> Sessão Temática <input type="checkbox"/> Outra:														
<b>3. Definição espaço-temporal</b> <b>3.1. Local de realização da actividade:</b> Porto - Pavilhão da Água <b>3.2. Dia:</b> 08/05/2011 <b>3.3. Hora:</b> das 12:30 às 18:30 h		<b>6. Equipa responsável pela actividade</b> (referir nominalmente todos os elementos que constituem a equipa de trabalho responsável pela organização da actividade): ♦ Professores: António Martins, Elsa Barbosa e Rui Magalhães														
7. Destinatários	Pré-Esco.	CICLO								Total (aprox.)						
		1.º		2.º		3.º		Secundário			EFA					
		5.º	6.º	7.º	8.º	9.º	10.º	11.º	12.º							
Alunos / Crianças															123	
Docentes																7
Outros																

II- Âmbito de aplicação, objectivos e procedimentos estratégicos	
<b>1. Objectivos da actividade:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolver e aprofundar competências que permitam a compreensão dos fenómenos naturais e despertar a curiosidade, o espírito de observação e o pensamento crítico;</li> <li>Incentivar e desenvolver o gosto pela Ciência;</li> <li>Compreender o papel da experimentação na construção do conhecimento;</li> <li>Clarificar/complementar e/ou aprofundar conteúdos leccionados no âmbito das temáticas relacionadas com Física e Química;</li> <li>Fomentar a ligação Ciência/ Sociedade/ Tecnologia, com desenvolvimento de uma visão integradora;</li> <li>Desenvolver relações interpessoais.</li> </ul>	<b>2. Estratégias de execução</b> (refira as de realização da actividade e as de acção interdisciplinar) <ul style="list-style-type: none"> <li>Contactos com as instituições e empresa transportadora;</li> <li>Solicitação de autorizações junto dos Encarregados de Educação;</li> <li>Efectivação da visita de estudo.</li> </ul>
<b>3. Materiais/ Recursos utilizados (síntese)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Papel;</li> <li>Telefone/fax;</li> <li>Computadores;</li> <li>...</li> </ul>	

III. Avaliação Final						
		Ins	Reg	Bom	MB	Exc
<b>1. Avaliação da actividade</b>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2. Pontos/Propostas</b>						
<b>Pontos Fortes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entusiasmo gerado nos alunos;</li> <li>Consecução dos objectivos.</li> </ul>					
<b>Pontos Fracos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alguma falha na motivação de alguns alunos, em algumas actividades.</li> </ul>					
<b>Propostas de melhoria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-----</li> </ul>					
<p align="center"><b>Guimarães, 20 de Maio de 2012</b></p> <p align="center"><b>António Martins</b> <b>Elsa Barbosa</b> <b>Rui Magalhães</b></p>						

(Enviar o relatório de actividade para o e-mail [bentapaulo@gmail.com](mailto:bentapaulo@gmail.com))

## Anexo G8 - projeto MEDEA

O projeto MEDEA visa medir os campos elétricos e magnéticos de muito baixa frequência (0 a 300 Hz) que são produzidos por qualquer equipamento ou circuito elétrico. Em particular, os alunos são encorajados a efetuar medições destes campos na escola, no seu ambiente doméstico e na vizinhança de linhas de transporte de energia elétrica. Para além disso são encorajados a procurar informação cientificamente credível sobre os eventuais efeitos destes campos na saúde humana (retirado de <http://medea.spf.pt/index>).

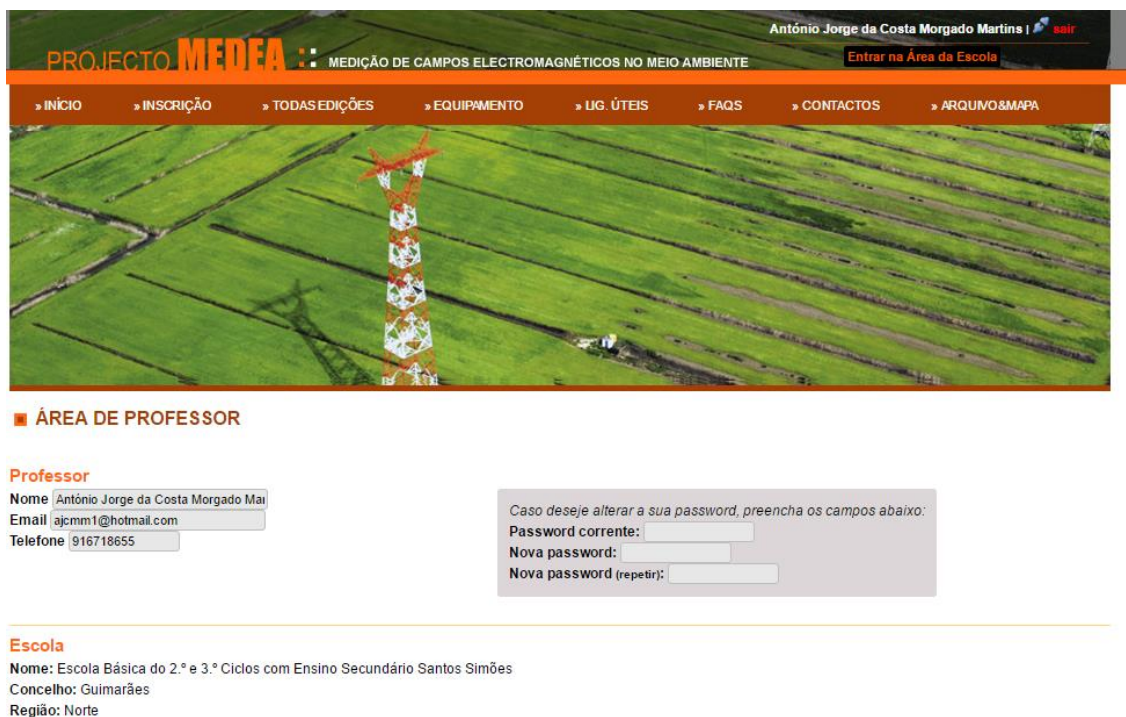
As equipas participantes criaram uma página internet, dedicada ao projeto MEDEA onde apresentam todos os resultados obtidos, pesquisas efetuadas e outras informações.

Páginas da internet criadas pelas equipas:

<http://vflambda.wix.com/verylowfrequencies>; <http://teamuhf.wix.com/grupo-uhf>;

<http://unidadeessiaocubo.wix.com/santossimoes>; <http://campust.wix.com/campus>

– projeto MEDEA (retirado de <http://medea.spf.pt/professor>)



The screenshot shows the 'PROJECTO MEDEA' website. The header includes the project name, a subtitle 'MEDIÇÃO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS NO MEIO AMBIENTE', and a user profile for 'António Jorge da Costa Morgado Martins' with a 'sair' link. A navigation menu contains links for 'INÍCIO', 'INSCRIÇÃO', 'TODAS EDIÇÕES', 'EQUIPAMENTO', 'UG. ÚTEIS', 'FAQS', 'CONTACTOS', and 'ARQUIVO&MAPA'. The main banner features an aerial view of a green field with a tall, white and orange lattice tower. Below the banner, the 'ÁREA DE PROFESSOR' section is visible. It includes a 'Professor' heading and a login form with fields for 'Nome' (filled with 'António Jorge da Costa Morgado Mai'), 'Email' (filled with 'ajcmm1@hotmail.com'), and 'Telefone' (filled with '916718655'). To the right of the login fields is a password change section with the text 'Caso deseje alterar a sua password, preencha os campos abaixo:' and three input fields for 'Password corrente:', 'Nova password:', and 'Nova password (repetir):'. At the bottom, the 'Escola' section is partially visible, showing fields for 'Nome', 'Concelho', and 'Região'.

**PROJECTO MEDEA** : MEDIÇÃO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS NO MEIO AMBIENTE

António Jorge da Costa Morgado Martins | sair

Entrar na Área da Escola

» INÍCIO » INSCRIÇÃO » TODAS EDIÇÕES » EQUIPAMENTO » UG. ÚTEIS » FAQS » CONTACTOS » ARQUIVO&MAPA

**ÁREA DE PROFESSOR**

**Professor**

Nome: António Jorge da Costa Morgado Mai

Email: ajcmm1@hotmail.com

Telefone: 916718655

Caso deseje alterar a sua password, preencha os campos abaixo:

Password corrente:

Nova password:

Nova password (repetir):

**Escola**

Nome: Escola Básica do 2.º e 3.º Ciclos com Ensino Secundário Santos Simões

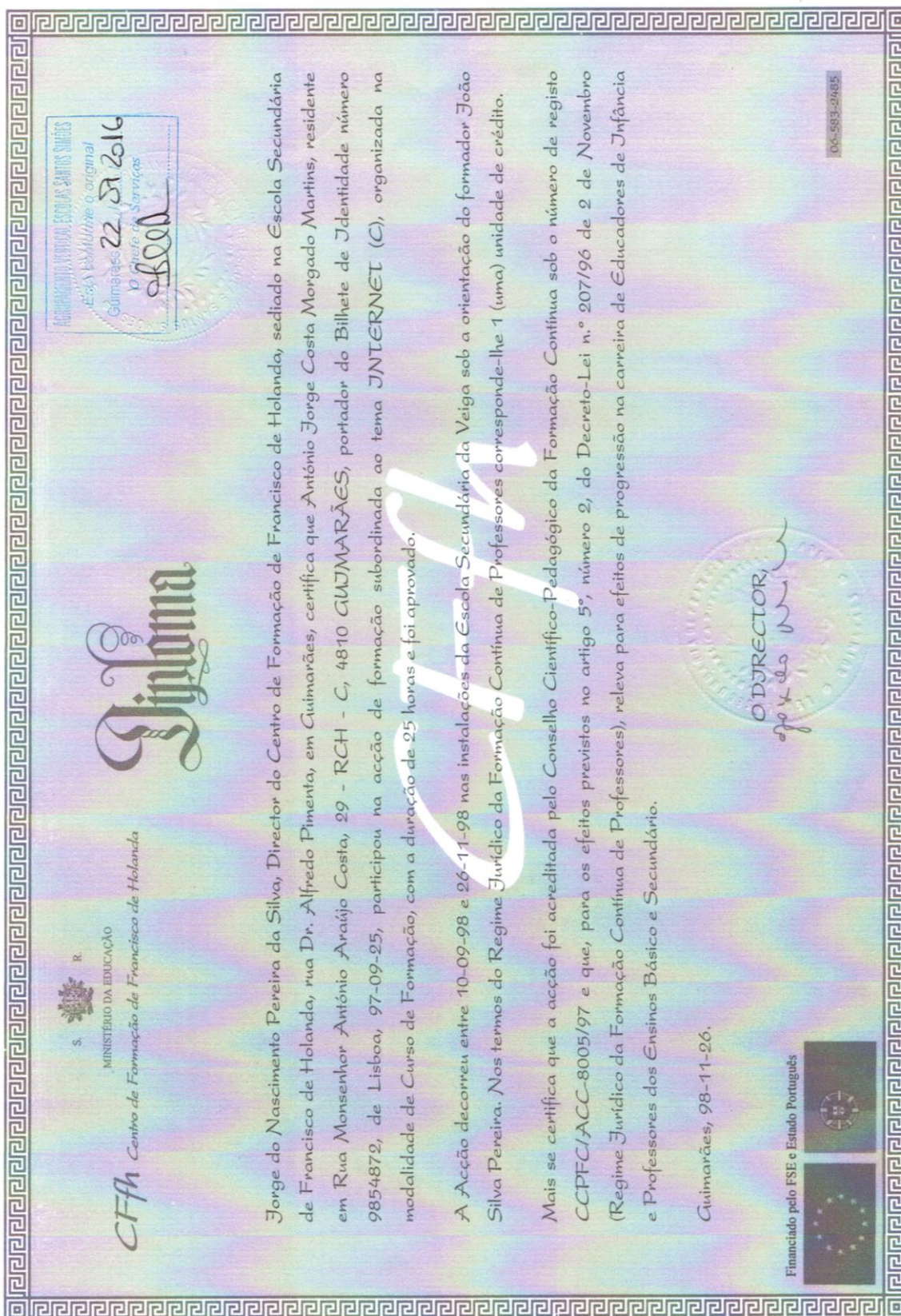
Concelho: Guimarães

Região: Norte



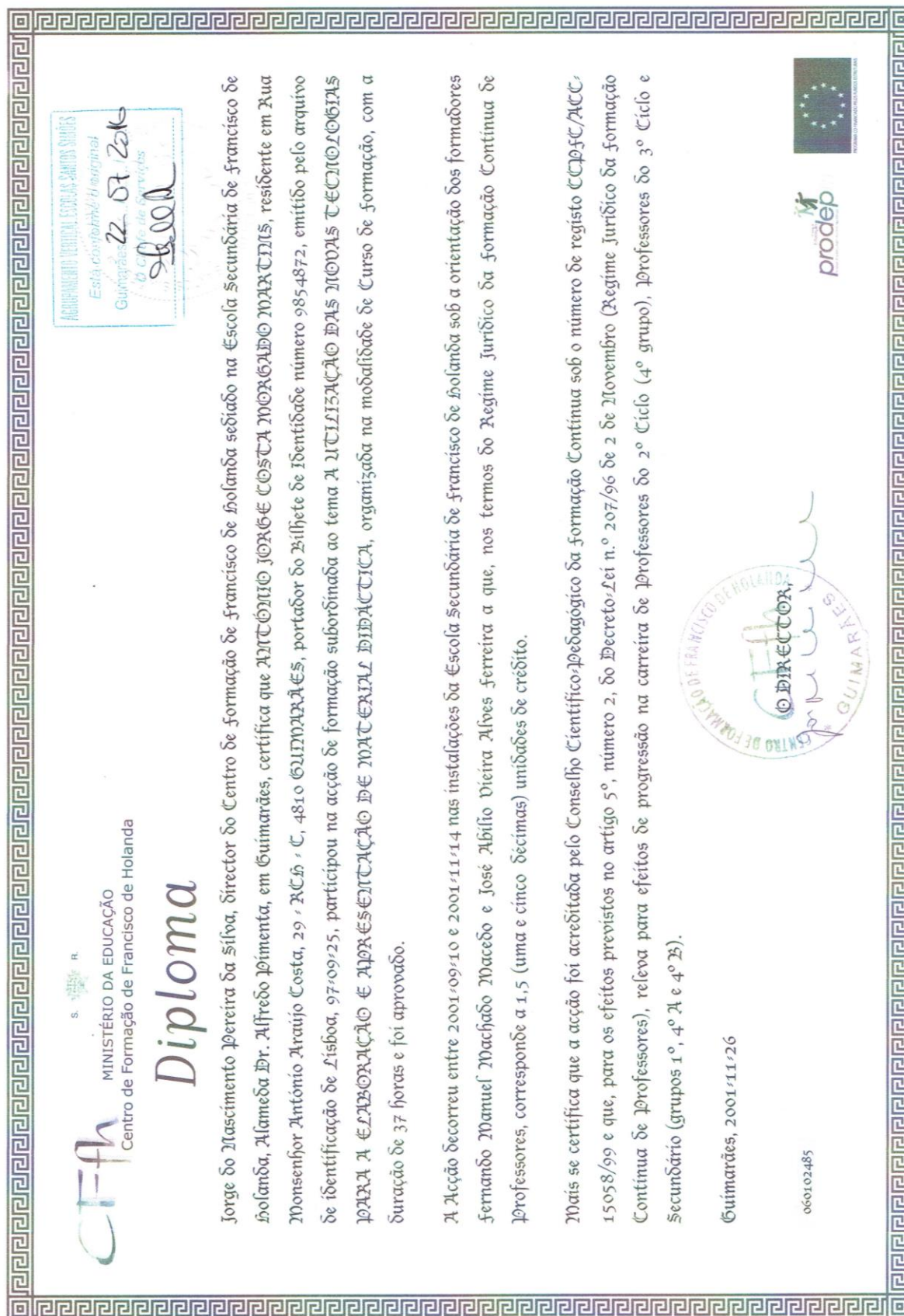
ANEXO H – Anexos 1 a 25 correspondentes à parte 3 do relatório:

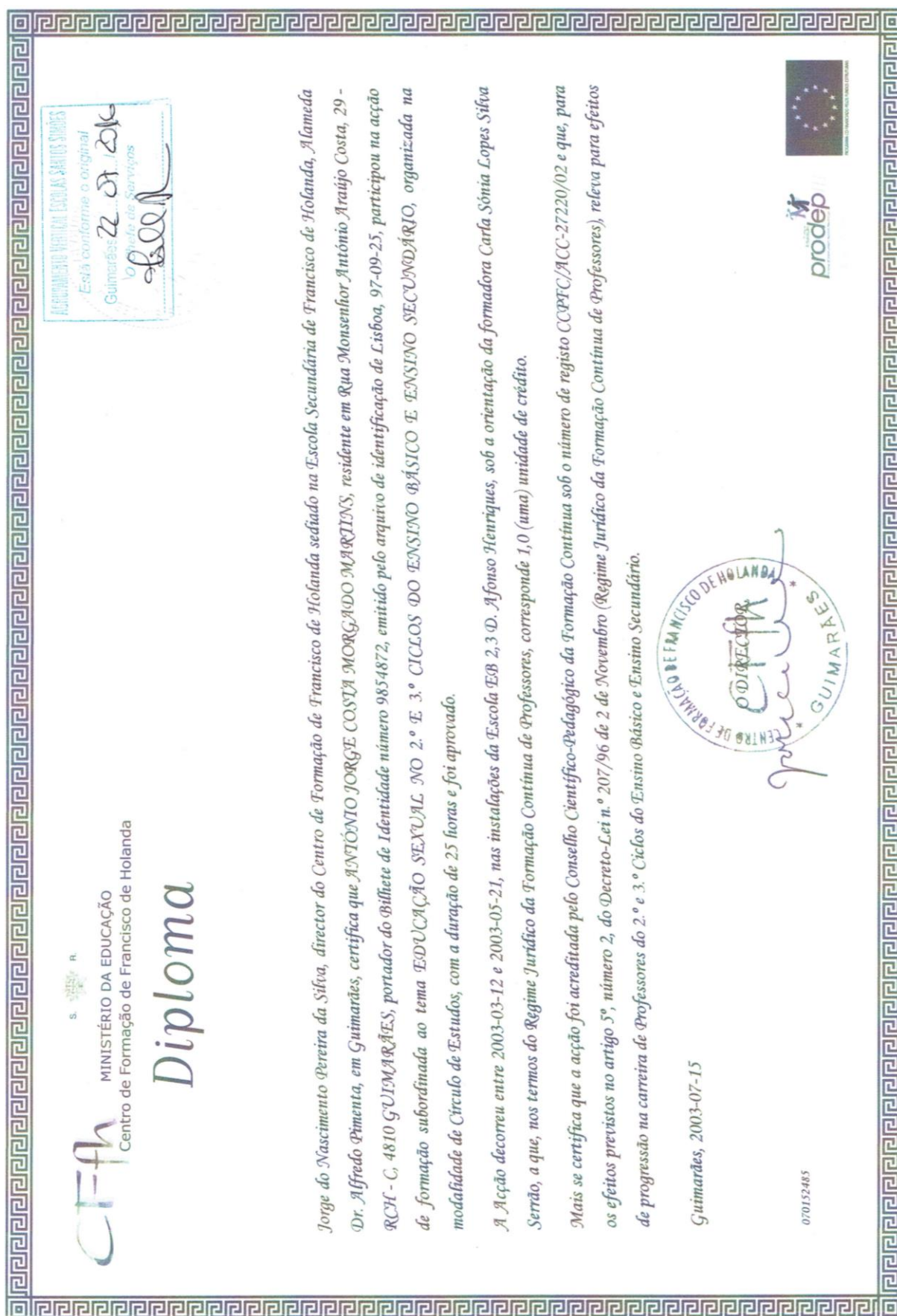
Anexo H1 – Ação de formação “Internet C”.






Anexo H2 – Ação de formação “Utilização das novas tecnologias para a elaboração e apresentação de material didático”.



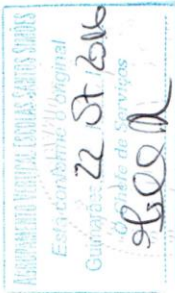






MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Centro de Formação de Francisco de Holanda


**Diploma**





*Jorge do Nascimento Pereira da Silva, director do Centro de Formação de Francisco de Holanda sediado na Escola Secundária de Francisco de Holanda, Alameda Dr. Alfredo Pimenta, em Guimarães, certifica que ANTONIO JORGE COSTA MORGADO MARTINS, residente em Rua Monsenhor António Araújo Costa, 29 - RCM - C. 4810 GUIMARÃES, portador do Bilhete de Identidade número 9854872 emitido pelo arquivo de identificação de Lisboa, 97-09-25, participou na acção de formação subordinada ao tema O USO DAS CALCULADORAS GRÁFICAS NAS AULAS DE FÍSICA E QUÍMICA, organizada na modalidade de Curso de Formação, com a duração de 38 horas e foi aprovado.*

*A Acção decorreu entre 2004-03-01 e 2004-04-30, nas instalações da Escola Secundária Francisco de Holanda, sob a orientação do formador Fernando Manuel Machado Macedo, a que, nos termos do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, corresponde 1.5 (uma e cinco décimas) unidades de crédito.*

*Mais se certifica que a acção foi acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua sob o número de registo CCPPC/ACC-30531/03 e que, para os efeitos previstos no artigo 5º, número 2, do Decreto-Lei n.º 207/96 de 2 de Novembro (Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores), releva para efeitos de progressão na carreira de Professores de Professores dos Grupos 4.º A e 4.º B dos Ensinos Básico (3.º Ciclo) e Secundário.*



Guimarães, 2004-05-07

070162485

Anexo H5 – Ação de formação “Trabalho prático na perspetiva dos novos programas de Física e Química – uma abordagem ao 11º ano”.



# Certificado

O Centro de Formação Bráulio Caldas, nos termos do art.º 13.º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, certifica que o professor do 3º Ciclo/Secundário, do grupo 15, FÍSICA E QUÍMICA [4ºA], **ANTÓNIO JORGE DA COSTA MORGADO MARTINS**, portador do Bilhete de Identidade nº 09854872, a exercer funções na Escola Secundária Francisco de Holanda - Guimarães, frequentou e obteve aproveitamento na acção de formação **TRABALHO PRÁTICO NA PERSPECTIVA DOS NOVOS PROGRAMAS DE FÍSICA E QUÍMICA - UMA ABORDAGEM AO 11º ANO** (CCPFC/ACC-34492/04), promovida por este Centro de Formação, na modalidade de Curso de Formação.

Mais certifica que a referida acção teve uma duração de 45 horas, decorreu entre 09-09-2004 e 22-09-2004, foi orientada pelo formador **LUIS LEHMANN VELOSO DE ARAÚJO** e, nos termos e para efeitos previstos no art.º 14.º do mesmo Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, concedeu **1,8 (um, oito) créditos** ao referido professor.



Caldas de Vizela, 12 de Outubro de 2004


O Director do Centro de Formação

(João Antero Gonçalves Ferreira)






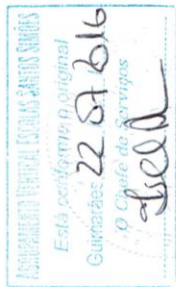
 <p>Ministério da Educação</p>	 <p>ACREDITAÇÃO Esta acção foi o original Guimarães 22.10.2005 O Chefe de Serviços</p>	 <p>Centro de Formação de Francisco de Holanda</p>	<p>Diploma</p>
<p>Jorge do Nascimento Pereira da Silva, director do Centro de Formação de Francisco de Holanda sediado na Escola Secundária de Francisco de Holanda, Alameda Dr. Alfredo Pimenta, em Guimarães, com o registo de acreditação CCPFC/EENT-AE-0627/04, certifica que ANTONIO JORGE COSTA MORGADO MARTINS, residente em Rua Monsenhor António Araújo Costa, 29 - RCM - C. 4810253 GUIMARÃES, portador do Biliete de Identidade número 9854872 emitido pelo arquivo de identificação de Lisboa, 11-04-2003, participou na acção de formação subordinada ao tema PROMOVER E RENOVAR O ENSINO EXPERIMENTAL DA FÍSICA E DA QUÍMICA, organizada na modalidade de Oficina de Formação, com a duração de 25 horas e foi aprovado.</p> <p>A Acção decorreu entre 2005-01-17 e 2004-02-21, nas instalações da Escola Secundária Francisco de Holanda, sob a orientação do formador António Martins de Sousa Bessa, a que, nos termos do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, corresponde 2.0 (duas) unidades de crédito.</p> <p>Mais se certifica que a acção foi acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua sob o número de registo CCPFC/ACC-34854/04 e que, para os efeitos previstos no artigo 5º, número 2, do Decreto-Lei n.º 207/96 de 2 de Novembro (Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores), releva para efeitos de progressão na carreira de Professores do 3º ciclo do Ensino Básico e Secundário (Grupos 4.º A e 4.º B).</p>			
<p>Guimarães, 2005-03-10</p>	 <p>O DIRECTOR</p> <p>GUIMARÃES</p>		
<p>070152485</p>	 <p>UNIAO EUROPEIA Fundo Social Europeu pródep III Acção co-financiada pelo Fundo Social Europeu e Estado Português Portugal em Acção</p>		



Ministério da  
Educação



Centro de Formação de Francisco de Holanda



Está conferido o original  
Guimarães 22.07.06  
O Chefe de Serviços


# Diploma

*Jorge do Nascimento Pereira da Silva, director do Centro de Formação de Francisco de Holanda sediado na Escola Secundária de Francisco de Holanda, Alameda Dr. Alfredo Pimenta, em Guimarães, entidade formadora acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, com o registo de acreditação CCPFC/ENET-AE-0627/04, certifica que ANTONIO JORGE COSTA MORGADO MARTINS, residente em Rua Monsenhor António Araújo Costa, n.º 29 - RCH - C, 4810-253- GUIMARÃES, portador do Bilhete de Identidade número 9854872 emitido pelo arquivo de identificação de Lisboa, 11-04-2003, participou na acção de formação subordinada ao tema **MEDICÇÃO E GRAFISMO NO ENSINO EXPERIMENTAL DA FÍSICA E QUÍMICA**, organizada na modalidade de Oficina de Formação, com a duração de 25 horas e foi aprovado.*


*A Acção decorreu entre 2006-02-02 e 2006-03-07, nas instalações da Escola Secundária Francisco de Holanda, sob a orientação do formador António Martins de Sousa Bessa, a que, nos termos do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, corresponde a 2,0 (duas) unidades de crédito.*

*Mais se certifica que a acção foi acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua sob o número de registo CCPFC/ACC- 39663/05 e que, para os efeitos previstos no artigo 5º, número 2, do Decreto-Lei n.º 207/96 de 2 de Novembro (Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores), releva para efeitos de progressão na carreira de Professores dos 4º Grupos A e B do 3.º Ciclo/ Secundário.*


Guimarães, 2006-05-12




O DIRECTOR,  
Jorge do Nascimento Pereira da Silva



UNIAO EUROPEIA  
Fundo Social Europeu






Portugal em Acção



prodep III  
Acção co-financiada pelo Fundo Social Europeu e Estado Português

070152485



 <p>Ministério da Educação</p>	<p><b>CT-fh</b> Centro de Formação de Francisco de Holanda</p> <p><b>Diploma</b></p>
 <p>Este documento é original Guimarães 22.07.2006 O Diretor de Serviços <i>[Assinatura]</i></p>	<p>Jorge do Nascimento Pereira da Silva, diretor do Centro de Formação de Francisco de Holanda, sediado na Escola Secundária de Francisco de Holanda, (freguesia de Pimenta, em Guimarães, entidade formadora acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, com o registo de acreditação CCPFC/ENT-4E-0837/07, certifica que <b>ANTÓNIO JORGÉ COSTA MORGADO MARTINS</b>, nascido a 13 de Abril de 1972, portador do Bilhete de Identidade número 9854372, emitido pelo arquivo de identificação de Lisboa, 11-04-2005, residente na Rua Monsenhor António Araújo Costa, n.º 29 - RCH - C, 4510-253 - GUIMARÃES, participou na ação de formação subordinada ao tema <b>UTILIZAÇÃO DAS TIC NOS PROCESSOS DE ENSINO/APRENDIZAGEM</b>, acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, sob o número de registo CCPFC/ACC-44127/06, organizada na modalidade de Oficina de Formação, com a duração de 25 h presenciais e 25 h de trabalho autónomo, a que corresponde 2.0 (duas) unidades de crédito de acreditação máxima, nos termos do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, a ação decorreu entre 2007-09-20 e 2007-11-22, nas instalações da Escola Básica 2/5/Sec. Santos Simões, sob a orientação dos formadores Francisco Xavier O. Araújo e António Martins de Sousa Bessa.</p>
	<p>O formando foi aprovado com a <b>classificação quantitativa de 10, na escala de 1 a 10</b>, a que corresponde a <b>menção qualitativa de Excelente</b>, de acordo com o referencial da escala de avaliação previsto no n.º 2 do artigo 46º do Estatuto da Carreira Docente, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 15/2007, de 19 de Janeiro, e foi-lhe atribuída a <b>acreditação de 2.0 (duas)</b> unidades de crédito, conforme a carta circular CCPFC-1/2008.</p>
	<p>Certifica-se que a ação, para os efeitos previstos no artigo 5º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores (Decreto-Lei n.º 207/96 de 2 de Novembro), com as alterações introduzidas pelo artigo 4º do Decreto-Lei 15/2007, de 19 de Janeiro, releva para efeitos de apreciação curricular e para a progressão na carreira de Educadores de Infância, Professores do Ensino Básico e Secundário.</p> <p>Pelo que se emite este certificado nos termos do artigo 13º do Decreto-Lei n.º 207/96, de 2 de Novembro (RJFC P), com as alterações introduzidas pelo artigo 4º do Decreto-Lei 15/2007, de 19 de Janeiro.</p> <p>Guimarães, 2008-02-15</p>
	<p><i>[Assinatura]</i> O DIRETOR Jorge do Nascimento Pereira da Silva</p>
<p> UNIAO EUROPEIA Fundo Social Europeu prodep III Ação co-financiada pelo Fundo Social Europeu e Estado Português</p>	<p>029453446</p>



## Anexo H8.1 – Exemplo de página da plataforma Moodle usada para prestar apoio aos alunos.

The screenshot displays a Moodle course interface within a Microsoft Internet Explorer browser window. The browser's address bar shows the URL: <http://www.santossimoes.edu.pt/moodle/course/view.php?id=75>. The course title is "Disciplina: Física e Química A (ano1)\_10°C".

**Left Sidebar (Navigation):**

- Attribuir papéis
- Disciplinas descendentes
- Grupos
- Cópia de segurança
- Restaurar
- Importar
- Reiniciar
- Relatórios
- Perguntas
- Escala
- Ficheiros
- Notas

**Course Content:**

- Métodos físicos de separação de misturas
- Exercício de compostos iónicos
- Adicionar um recurso
- Adicionar uma actividade

**Section 2: A ARQUITECTURA DO UNIVERSO**

This section features a large image of a galaxy. Below the image, there is a list of resources and activities:

- Arquitetura do Universo
- APSA\_Arq\_Universo\_Origem Elementos
- APL1.1\_correcção
- Animações
- Correcção do 1º teste

**Section 3: ESPECTROS, RADIAÇÃO E ENERGIA**

**Right Sidebar (Calendar and RSS):**

**Calendário** (December 2007):

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

**Lista de notícias RSS remota:**

- Eventos globais
- Eventos da disciplina
- Eventos de grupo
- Eventos do utilizador

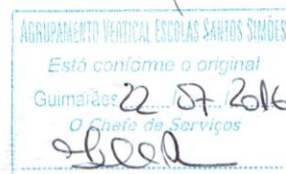
**Blócos:**

- Wiki
- Adicionar...

The bottom of the screen shows the Windows taskbar with the "Iniciar" button, a folder named "Nova pasta (2)", and the active window "Disciplina: Física e Química A". The system clock indicates the time is 14:58 on 12/12/2007.

Anexo H9 – Ação de formação “Ensino experimental da física e da química com o apoio das novas tecnologias”.

*Certificado*



Jorge do Nascimento Pereira da Silva, director do Centro de Formação Francisco de Holanda, entidade formadora acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, com o registo de acreditação CCPFC/ENT-AE-1004/08, certifica que **ANTÓNIO JORGE DA COSTA MORGADO MARTINS**, nascido a 18-4-1972, portador do Bilhete de Identidade/Cartão de Cidadão com o número 9854872, residente em Rua Monsenhor António de Araújo Costa, n.º 29 - R/c, 4810-253 Guimarães, participou na acção de formação subordinada ao tema “Ensino Experimental da Física e da Química com o Apoio das Novas Tecnologias”, acreditada pelo referido Conselho, com o número de registo CCPFC/ACC-54424/08. A acção foi organizada na modalidade de Oficina, teve a duração de 25 horas presenciais e 25 horas de trabalho autónomo, a que correspondem 2.0 unidades de crédito, nos termos do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, decorreu nas instalações da Escola Básica 2/3/Sec. Santos Simões, entre 25-05-2009 e 13-07-2009 e foi orientada por António Martins de Sousa Bessa.

Certifica-se, também, que o formando foi **aprovado** com a classificação de **10 (Dez)**, na escala de 1 a 10, a que corresponde a menção qualitativa de **Excelente**, de acordo com o referencial da escala de avaliação previsto no n.º 2 do artigo 46.º do Estatuto da Carreira Docente, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 15/2007, de 19 de Janeiro.

Certifica-se, ainda, que a acção, para os efeitos previstos no artigo 5.º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores (RJFCP), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 207/96, de 2 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 15/2007, de 19 de Janeiro, releva para efeitos de apreciação curricular e para a progressão na carreira docente dos educadores e professores do ensino básico e secundário e que, para efeitos de aplicação do n.º 3 do artigo 14.º do mesmo RJFCP, releva para efeitos de progressão na carreira dos professores do(s) grupo(s) de recrutamento 510.

Pelo que, nos termos do artigo 13.º do Decreto-Lei n.º 207/96, de 2 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo artigo 4.º do Decreto-Lei 15/2007, de 19 de Janeiro, se emitiu o presente certificado que assino e autentico com o carimbo em uso neste Centro de Formação.

Guimarães, 28 de Julho de 2009 28 de Julho de 2009.



152912



Centro de Formação Francisco de Holanda, Alameda Dr. Alfredo Pimenta, 4814-528 Guimarães  
Telefones: 253 513 073 / 253 412 954 / 253 412 967; Fax: 253 519 016 / 253 514 477 - URL: <http://www.cffh.pt> - E-mail: [email@cffh.pt](mailto:email@cffh.pt)  
Escola-sede: Escola Secundária Francisco de Holanda

Anexo H10 – Ação de formação “Quadros interativos multimédia no ensino/aprendizagem das ciências experimentais”.



plano tecnológico  
educação



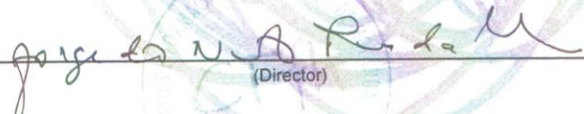
competências  
tic

Entidade Formadora: Centro de Formação Francisco de Holanda  
Registo de Acreditação: CCPFC/ENT-AE-1004/08  
Validade da Acreditação: 3 de Novembro de 2011

### CERTIFICADO

Certifica-se que **António Jorge da Costa Morgado Martins**, docente do grupo de  
recrutamento **510**, de **Agrupamento de Escolas Santos Simões**  
frequentou com aproveitamento, com a classificação de **Excelente (9,3 Valores)**, a acção de formação contínua,  
**Quadros Interactivos Multimédia no Ensino/Aprendizagem das Ciências Experimentais**  
com o registo de acreditação nº **CCPFC/ACC-60162/09**, na modalidade de curso de formação, com a duração de 15 horas,  
relevando para efeitos de progressão em carreira dos grupos de recrutamento **230-510-520-530-540-550-560**  
de acordo com o artº 5º e com o artº 14 do Regime Jurídico da Formação Contínua, com 0,6 créditos realizada entre  
**2 de Setembro de 2010** e **7 de Setembro de 2010**, com o(s) formador(es):  
**Domingos Ribeiro Costa**  
A acção inclui-se na formação prevista no artº 5º da Portaria 731/2009, de 7 de Julho, formação em competências  
pedagógicas e profissionais com TIC e corresponde a um curso de **Nível 2, Opcional**

Data: 22 de Novembro de 2010

  
(Director)

Ministério da  
Educação



POPH  
POTENCIAL HUMANO

QUARTO DE REFERÊNCIA  
E ESTRATÉGIA  
NACIONAL

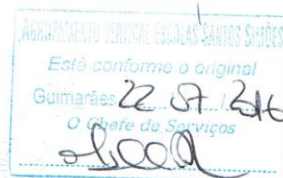




Anexo H11 – Ação de formação “Fiabilidade na classificação de respostas a itens de construção no contexto da avaliação externa das aprendizagens”.



GABINETE  
DE AVALIAÇÃO  
EDUCACIONAL



## CERTIFICADO

O **Gabinete de Avaliação Educacional** certifica que **António Jorge Costa Morgado Martins** concluiu com aproveitamento a seguinte ação de formação:

**Designação:** “Fiabilidade na classificação de respostas a itens de construção no contexto da avaliação externa das aprendizagens”

**N.º de registo de acreditação:** CCPFC/ACC-65334/11

**Modalidade:** Oficina de Formação

**Domínio:** Física e Química A

**Destinatários:** Docentes dos Grupos de Recrutamento 200, 210, 220, 230, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 400, 420, 430, 500, 510, 520 e 600

**Duração:** 45 horas (15 horas presenciais e 30 horas não presenciais)

**Período de realização:** de março a setembro de 2011

**Local de formação:** Escola Básica e Secundária Santos Simões, Guimarães

**Formador(es):** Lúcia Dias de Sousa

**Créditos atribuídos:** 1,2


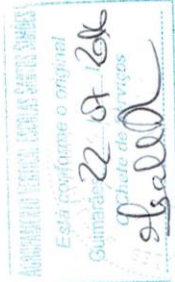


**Avaliação qualitativa:** Excelente

**Avaliação quantitativa:** 9,2 valores

Lisboa, 27 de novembro de 2011

O Diretor

(Helder Diniz de Sousa)

 GOVERNO DE PORTUGAL MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA	 Esta cópia tem o original Guimarães 22 de Maio Chefe de Serviços Jorge da Silva	 Centro de Formação Francisco de Holanda
<h2>Certificado</h2>		
<p>Jorge do Nascimento Pereira da Silva, diretor do Centro de Formação Francisco de Holanda, entidade formadora acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua com o registo de acreditação CCPFC/ENT-AE-1084/11, certifica que <b>António Jorge Costa Morgado Martins</b>, docente do grupo de recrutamento <b>510</b>, a exercer funções na Escola / Agrupamento <b>2,3/S Santos Simões</b>, portador(a) do Bilhete de Identidade/Cartão de Cidadão n.º <b>098548727Z25</b>, concluiu com aproveitamento a ação de formação <b>A utilização do Microsoft Excel na atividade docente</b>, realizada na <b>EB 2,3/S Santos Simões</b>, de <b>10 a 24 de Abril de 2012</b>, sob orientação de <b>Albertina Pinto e Rui Guerra</b>, na modalidade de <b>Oficina de formação</b>, com o n.º de registo <b>CCPFC/ACC-66378/11</b> e a duração de <b>15 horas presenciais e 15 horas de trabalho autónomo</b>, a que correspondem <b>1.2 créditos</b>, nos termos do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores.</p>		
<p>Em conformidade com o referencial da escala de avaliação previsto no n.º 2 do artigo 46º do Estatuto da Carreira Docente, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 15/2007, de 19 de janeiro, o(a) docente foi avaliado com a classificação de <b>9.4 valores</b>, a que corresponde a menção qualitativa de <b>EXCELENTE</b>.</p>		
<p>Certifica-se ainda que, para os efeitos previstos no artigo 5º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 207/96, de 2 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 15/2007, de 19 de Janeiro, a ação releva para efeitos de apreciação curricular e para a progressão na carreira docente. Para efeitos de aplicação do n.º 3 do artigo 14º do mesmo RJFCP, a ação não releva para a progressão em carreira.</p>		
<p>Pelo que, nos termos do artigo 13.º do Decreto-Lei n.º 207/96, de 2 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo artigo 4º do Decreto-Lei 15/2007, de 19 de Janeiro, se emitiu o presente certificado, que assino e autentico com o carimbo em uso neste Centro de Formação.</p>		
 O DIRETOR (Jorge do Nascimento Pereira da Silva)		
<p>22 de Maio de 2012</p>		
<p>Escola Secundária de Francisco de Holanda Alameda Dr. Alfredo Pimenta, 4814 – 528 Guimarães Telef: 253 513 073; Fax: 253 519 016 URL: <a href="http://www.cffh.pt">www.cffh.pt</a> E-mail: <a href="mailto:cdacffh@gmail.com">cdacffh@gmail.com</a></p>		



GOVERNO DE  
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
E CIÊNCIA



GABINETE  
DE AVALIAÇÃO  
EDUCACIONAL

## CERTIFICADO

O Gabinete de Avaliação Educacional certifica que **ANTÓNIO JORGE COSTA MORGADO MARTINS** concluiu com aproveitamento a seguinte ação de formação:

**Designação:** “Avaliação: funções e práticas”

**N.º de registo de acreditação:** CCPFC/ACC-69410/12

**Modalidade:** Oficina de Formação

**Domínio:** Física e Química A

**Destinatários:** Docentes dos Grupos de Recrutamento 200, 210, 220, 230, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 400, 410, 420, 430, 500, 510, 520 e 600

**Duração:** 45 horas (15 horas em e-learning / 30 horas de trabalho autónomo)

**Período de realização:** De maio a setembro de 2012

**Local de formação:** Formação a distância

**Formador(es):** Lúcia Dias de Sousa

**Créditos atribuídos:** 1,2

**Avaliação qualitativa:** Excelente

**Avaliação quantitativa:** 9,6 valores

Lisboa, 27 de dezembro de 2012

O Diretor

(Helder Diniz de Sousa)



Anexo H14 – Ação de formação “O ensino experimental da física e da química com o apoio das novas tecnologias”.



## DECLARAÇÃO

António Maria Novais Leite, Diretor do Centro de Formação Martins Sarmiento, entidade formadora acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, registo de acreditação CCPFC/ENT-AE-1143/11, sediada na Escola Secundária Martins Sarmiento, Alameda Professor Abel Salazar, 4810-247, Guimarães, certifica que

<i>Nome</i>	ANTÓNIO JORGE DA COSTA MORGADO MARTINS
<i>B. Identidade/C. Cidadão</i>	09854872 7ZZ5
<i>Registo de acreditação</i>	CCPFC/RFO-20310/06

foi formador(a) ,sem qualquer contrapartida financeira, da ação de formação

<i>Designação da ação</i>	O ENSINO EXPERIMENTAL DA FÍSICA E QUÍMICA COM O APOIO DAS NOVAS T
<i>Registo de acreditação</i>	CCPFC/ACC- 1143/11
<i>Modalidade</i>	OFICINA DE FORMAÇÃO
<i>Destinatários</i>	DOCENTES DO GRUPO 510
<i>Horas</i>	25
<i>Créditos</i>	2
<i>Data de realização</i>	de 12-04-2013 a 07-06-2013
<i>Local</i>	ESCOLA PROFESSOR JOÃO DE MEIRA

Em conformidade com o Despacho do Secretário de Estado do Ensino e da Administração Escolar, de 5 de janeiro de 2012, o(a) formador(a) adquire o direito a obter, para efeitos de avaliação do seu desempenho docente, a acreditação máxima atribuída aos formandos e a menção qualitativa de Muito Bom.

Guimarães, 12 de setembro de 2013



António Maria Novais Leite



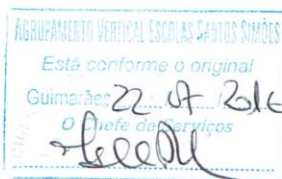


GOVERNO DE  
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
E CIÊNCIA



GABINETE  
DE AVALIAÇÃO  
EDUCACIONAL



## CERTIFICADO

O Gabinete de Avaliação Educacional certifica que **ANTÓNIO JORGE COSTA MORGADO MARTINS** concluiu com aproveitamento a seguinte ação de formação:

**Designação:** “Itens e critérios: definição, construção e aplicação”

**N.º de registo de acreditação:** CCPFC/ACC-73975/13

**Modalidade:** Oficina de Formação

**Domínio:** Física e Química A

**Destinatários:** Docentes dos Grupos de Recrutamento 200, 210, 220, 230, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 400, 410, 420, 430, 500, 510, 520 e 600

**Duração:** 45 horas (15 horas em e-learning / 30 horas de trabalho autónomo)

**Período de realização:** De abril a setembro de 2013

**Local de formação:** Formação a distância

**Formador(es):** Lúcia Dias de Sousa

**Créditos atribuídos:** 1,2

**Avaliação qualitativa:** Muito Bom

**Avaliação quantitativa:** 8,5 valores

Lisboa, 27 de dezembro de 2013

O Diretor

(Helder Diniz de Sousa)

 <b>CENTRO DE FORMAÇÃO</b> MARTINS SARMENTO		 <b>GOVERNO DE PORTUGAL</b> MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA
---	---	--

~~~~~ **CERTIFICADO** ~~~~~

António Maria Novais Leite, diretor do Centro de Formação Martins Sarmento, entidade formadora acreditada pelo Conselho Científico Pedagógico da Formação Contínua com o registo de acreditação CCPFC/ENT-AE-1223/14, certifica que

**António Jorge da Costa Morgado Martins**

docente do grupo de recrutamento 510, a exercer funções no Agrupamento de escolas Santos Simões, portador do Cartão de Cidadão n.º 9 854 872, foi avaliado com a classificação de 10 (dez valores), a que corresponde a menção qualitativa de **Excelente**, na ação de formação “A utilização do Microsoft Excel na atividade docente”, realizada na Escola Professor João de Meira entre 11-09-2014 e 9-10-2014, sob orientação dos formadores António Martins de Sousa Bessa e Ana Maria Marques, na modalidade de Oficina de formação, com o n.º de registo CCPFC/ACC-75480/13 e a duração de 15 horas presenciais e 15 horas de trabalho autónomo.

Mais se certifica que, para os efeitos previstos no artigo 8º, do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores (Decreto Lei n.º 22/2014, de 11 de fevereiro), a presente ação releva para a progressão em carreira de ed. Inf. e prof. dos ensinos básico e secundário. Para efeitos de aplicação do artigo 9º do mesmo RJFC, a ação não releva para a progressão na carreira.

Centro de Formação Martins Sarmento, 30 de outubro de 2014

O Diretor do Centro de Formação,

**António Maria Novais Leite**

Signatário digital: António Maria Novais Leite  
DN: CN=António Maria Novais Leite, OU=CFAE, O=Centro de Formação Martins Sarmento, E=diretor.cfms@gmail.com, C=PT  
Data: 2014.11.06 16:21:14 +00:00

---

(António Maria Novais Leite)

Anexo H17 – Declaração de inscrição nos centros de formação.



CEFOP/FAFE  
Centro de Formação  
da  
Associação de Escolas de Fafe



## Declaração

Para os devidos efeitos declara-se que António Jorge da Costa Morgado Martins, no ano lectivo 1998/1999 esteve inscrito no plano de formação deste Centro e não frequentou acções por lhe ter sido facultadas.

Por ser verdade e me ter sido pedida, mandei passar a presente declaração, que vai ser assinada por mim, Director do CFAE/Fafe, e autenticada com o carimbo em uso nesta Entidade Formadora.

Escola Secundária de Fafe, CFAE/Fafe, 14 de Abril de 2000

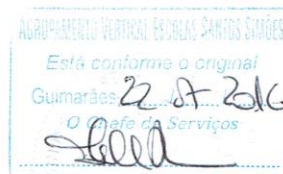
O Director do CFAE/Fafe,

(António Pereira da Rosa, Eng.)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

**CFfh** Centro de Formação de Francisco de Holanda



## DECLARAÇÃO

(120/2000)

Por ser verdade e nos ter sido solicitado, declaramos que ANTÓNIO JORGE COSTA MORGADO MARTINS, professor do Quadro de Nomeação Definitiva, a exercer funções na Escola Secundária Francisco de Holanda, Guimarães, portador do Bilhete de Identidade nº 9854872, passado pelo Arquivo de Identificação de Lisboa, 97-09-25, residente na Rua Monsenhor António Araújo Costa, 29 - RCH - C, Guimarães, está inscrito neste Centro desde 1998.

Mais declaramos que:

No ano 1999 apesar de se ter inscrito, não foi seleccionado para frequentar qualquer das acções de formação programadas.

No ano 2000, até à data, apesar de se ter inscrito, não foi seleccionado para frequentar qualquer das acções de formação programadas.

A presente vai assinada e autenticada com o carimbo em uso nesta instituição.

Guimarães, Centro de Formação de Francisco de Holanda, 2000-07-17.

O DIRECTOR,

  
Jorge do Nascimento Pereira da Silva  


06-583-2485

Escola Secundária de Francisco de Holanda — Alameda Dr. Alfredo Pimenta, 4810-420 GUIMARÃES  
Telef. 253 513 073 / 253 412 954 / 253 412 967, Fax 253 519 016 / 253 514 477  
URL: <http://www.cfth.pt> — E-mail: [email@cfth.pt](mailto:email@cfth.pt)







## DECLARAÇÃO

(074/2004)

Por ser verdade e nos ter sido solicitado, declaramos que **ANTÓNIO JORGE COSTA MORGADO MARTINS**, professor do Quadro de Nomeação Definitiva a exercer funções na Escola Secundária Francisco de Holanda, portador do Bilhete de Identidade n.º 9854872, passado pelo Arquivo de Identificação de Lisboa, 11-04-2003, residente na Rua Monsenhor António Araújo Costa, 29 - RCH - C, Guimarães, está inscrito neste Centro desde 1998.

Mais declaramos que:

**No ano de 2002**, apesar de se ter inscrito no Plano de Formação, não foi seleccionado para participar em qualquer das acções de formação planificadas.

A presente vai assinada e autenticada com o carimbo em uso nesta instituição.

Guimarães, Centro de Formação de Francisco de Holanda, 2004-06-29.

O DIRECTOR,

(Jorge do Nascimento Pereira da Silva)

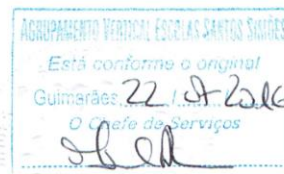


07-016-2485

Anexo H18 – “Certificado de competências digitais”.



**CERTIFICADO DE COMPETÊNCIAS DIGITAIS**



Certifica-se que **António Jorge Costa Morgado Martins**, com o número de Identificação Civil / Militar / Passaporte / Título de Residência **09854872 7ZZ5**, obteve a certificação em Competências Digitais no âmbito do Sistema de Formação e de Certificação em Competências TIC para docentes, por **Certificação por reconhecimento de percurso formativo**.

Data: *31 de Maio de 2010*

*Jorge de N. D. Pereira*  
(Director do Centro de Formação de Associação de Escolas)

Certificado n.º 2698/2010

"O certificado de competências digitais certifica os conhecimentos adquiridos pelo docente que lhe permitem uma utilização instrumental das TIC como ferramentas funcionais no seu contexto profissional." (Portaria n.º 731/2009)





Anexos H19 – Algumas formações/ações de formação não creditadas, em que participei.

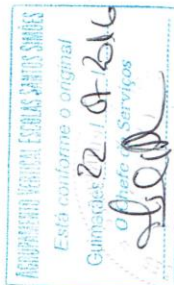
- Frequentei, em maio de 2001, a formação de “Suporte Básico de Vida”, segundo as recomendações do Conselho Português de Ressuscitação e do European Resuscitation Council (anexo H19a).
- Participei, nos dias 14 e 15 de novembro de 1996 no “Encontro de Reflexão sobre a Problemática da Deficiência” (anexo H19b).
- Dinamizei, em conjunto com os meus colegas e enquanto Professor Estagiário, a ação de formação sobre “Prevenção e Segurança na Escola”, no dia 14 de abril de 1997 (anexo H19c).
- Participei na formação dada pelo departamento de eletrónica industrial da Universidade do Minho, no âmbito da “RoboParty 2009” (anexo H19d).
- Frequentei outras ações de formação orientadas pelos núcleos de estágio de Física e Química no ano letivo 1996/1997 (enquanto Professor Estagiário).
- Participei em diversas ações de formação/eventos não creditadas, proporcionadas pelas editoras dos manuais escolares, das quais destaco:
  - Em 19/02/2008, subordinada ao tema “ondas e comunicações” - Prof. Dr. Manuel Fiolhais, na Escola Básica e Secundária Santos Simões (anexo H19e).
  - Em 17/01/2012, subordinada ao tema “A Utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação na Exploração do Domínio “Terra no Espaço”: Ciências Físico Químicas, 7.º ano \ Ciências Físico-Químicas 3.º ciclo”, no Hotel de Guimarães (anexo H19f).
  - Em 27/02/2012, subordinada ao tema “Um olhar sobre o tempo e a relatividade restrita” - Prof. Dr. Luís Cunha, no campus da Universidade do Minho em Azurém (anexo H19g).



## REFLEXÃO SOBRE A PROBLEMÁTICA DA DEFICIÊNCIA

PREVENIR AGINDO

**CERTIFICADO**



*António José da Costa Magalhães*

participou no **ENCONTRO DE REFLEXÃO SOBRE A PROBLEMÁTICA DA DEFICIÊNCIA**, promovido pela Câmara Municipal de Guimarães e pelo Centro Regional de Segurança Social Norte / Serviço Sub-Regional de Braga, nos dias 14 e 15 de Novembro, no Paço dos Duques de Bragança, em Guimarães.

Guimarães, 15 de Novembro de 1996

O presidente da Câmara Municipal

(Dr. Antónid Magalhães)

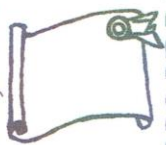
O Presidente do Conselho Directivo

(Dr. Manuel Martins Alves)

Anexo H19c – dinamização da ação de formação sobre “Prevenção e Segurança na Escola”.



ESCOLA EB 2,3 DE S. TORCATO



**CERTIFICADO DE PARTICIPAÇÃO**

Para os devidos efeitos se declara que, António Jorge da Costa Macedo Martins, esteve presente numa Acção de formação dinamizada pelos Professores Estagiários do 4º Grupo A, Ana Isabel Oliveira, António Jorge Martins, Branca Flor Faria e Carlos Jorge Teixeira, subordinada ao tema: “Prevenção e Segurança na Escola”, realizada no dia 14 de Abril de 1997, pelas 14.30 horas.

O Presidente do Conselho Directivo

  
(Luís Filipe Ferreira Mourão)



# Certificado

27 Fev. a 1 Março  
Universidade do Minho  
Guimarães

**Robo Party**  
**2009**

AGUIPAMENTO VERTICAL ESCOLAS SANTOS SIMÕES  
Esta confirma o original  
Guimarães: 22.08.2009  
O Vinho e Serviços



Certifica-se que António Jorge da Costa Morqado Martins frequentou, com muito entusiasmo e divertimento, a “RoboParty’2009” e a respectiva formação dada pelo Departamento de Electrónica Industrial, onde adquiriu conhecimentos que lhe permitiram construir com a sua equipa um robô móvel autónomo.

*Príbino*



Universidade do Minho  
Dep. Electrónica Industrial  
Serviços de Acção Social



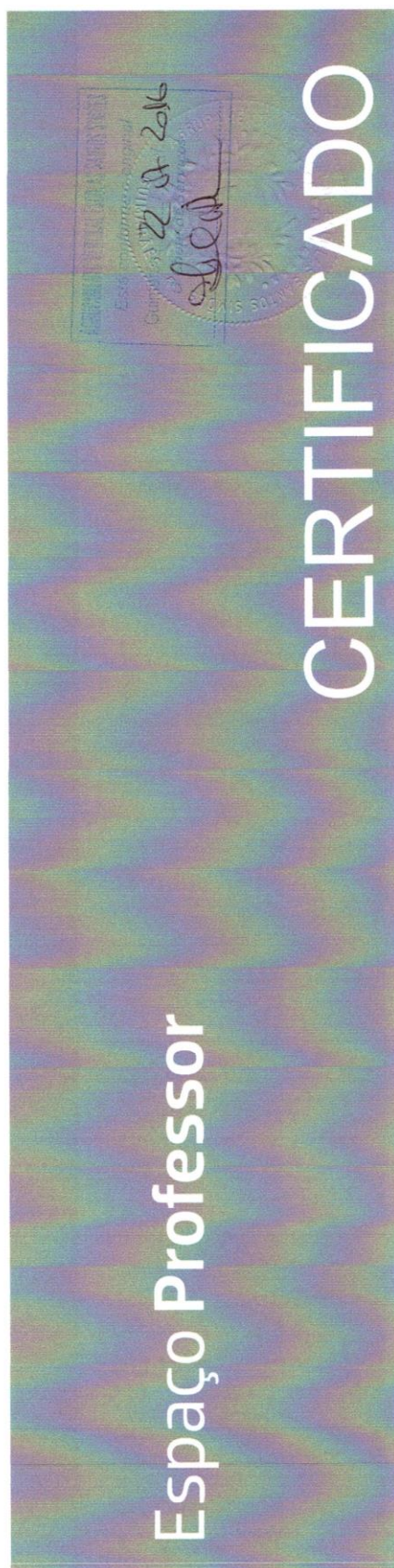
Texto Editores



**Texto Editores**  
[www.textoeditores.com](http://www.textoeditores.com)



Anexo H19f – Participação no evento subordinado ao tema “A Utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação na Exploração do Domínio "Terra no Espaço": Ciências Físico Químicas, 7.º ano \ Ciências Físico-Químicas 3.º ciclo”.



Rua da Restauração, 365  
4099-023 Porto  
Portugal

Livrarias Espaço Professor  
Porto - Rua da Restauração, 365  
Coimbra - Rua de João Machado, 9  
Lisboa - Avenida Estados Unidos da América, 1-A

Linha do Professor  
707 22 33 66  
226 056 747

[www.espacoprofessor.pt](http://www.espacoprofessor.pt)

Certificamos que **Antonio Jorge Costa M.Martins**  
participou no evento:

**A Utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação na Exploração  
do Domínio "Terra no Espaço": Ciências Físico Químicas, 7.º ano \  
Ciências Físico-Químicas 3.º ciclo**

**Data:** 17 de janeiro de 2012  
**Local:** Hotel de Guimarães - Guimarães  
**Carga Horária:** 105 minutos

Porto, 17 de janeiro de 2012

José Paixão  
Espaço Professor

Anexo H19g – Participação na formação subordinada ao tema “Um olhar sobre o tempo e a relatividade restrita”.



## Ações de formação 2012

### Certificado de presença

Concedido a **António Jorge da Costa Morgado Martins** pela participação na ação de formação  
**Um olhar sobre o tempo e a relatividade restrita**, com o formador **Luís Cunha**,  
no dia **27 de fevereiro** de 2012.

Isabel Maximino  
Informação Editorial

## ANEXO I – Relativo à parte 4 do relatório – Reflexão sobre o percurso profissional.

Anexo I1 – Principais metodologias/estratégias adotadas quer para a promoção do sucesso quer para a superação de dificuldades diagnosticadas:

- trabalhos individuais e em grupo – atividades práticas/laboratoriais (APL e AL) previstas no currículo e outras; atividades práticas de sala de aula (APSA) – algumas desenvolvidas nos próprios manuais;
- atividades envolvendo a pesquisa diversificada e organizada de forma científica para criar rotinas no tratamento de informação variada e desenvolver a curiosidade numa perspetiva Científica, Tecnológica e Social;
- apresentação de problemas e fornecimento de pistas no sentido da sua resolução;
- uso de suportes variados – cartazes em formato digital, livros, PowerPoint, animações e “filmes” adequados aos conteúdos, programas específicos de utilização interativa (Modellus 2.5 pt, Modellus 4.01, Periodic Table, audacity-win-1.3.5, Creative WaveStudio, LeChatII, MultiLab, PhET Simulations, Scosc, e outros), escola virtual e manuais multimédia, utilização de TIC e potencialidades da máquina gráfica, utilização da plataforma moodle (para divulgação dos conteúdos lecionados em PowerPoint e divulgação de fichas informativas e formativas, para consolidação de conhecimentos por realização direta de testes de resposta imediata – HotPotatoes – e por visualização de animações e/ou filmes apropriados, para interação com os alunos por criação de um fórum de dúvidas, para colocação de trabalhos – relatórios e trabalhos de pesquisa – realizados pelos alunos, criação de oportunidades de apoio individualizado e diferenciado;
- disponibilidade continuada para esclarecimento de dúvidas – quer a nível de serviço no apoio individual aos alunos, quer a nível de pequenos grupos em horário previamente combinado e de forma informal;
- estabelecimento de boa relação pedagógica com os alunos.

Anexo I2 – Principais tarefas/valências no desempenho dos cargos atribuídos.

No âmbito dos cargos de: Coordenador de Departamento (em 2005/2006), Subdelegado (em 1998/1999), Delegado de Grupo/Representante de Grupo/Subcoordenador de Grupo (desde 2005/2006) disciplinar de Física e Química (grupo 510) e diretor de instalações, cuidei para que:

- A voz do departamento, no seio do Conselho Pedagógico, fosse levada em consideração no estabelecimento de estratégias pedagógicas;
- Para que acontecesse trabalho cooperativo – de reflexão e promoção de atividades conjuntas - no sentido da promoção da qualidade de ensino e melhoria do sucesso dos alunos;

- Os laboratórios de Física e de Química estivessem a todo o tempo funcionais;

No âmbito do cargo de Diretor de Turma, mantenho um diálogo franco e aberto com todos os alunos, membros do Conselho de Turma, e Encarregados de Educação, estabelecendo uma relação de confiança, procurando conhecer e compreender as perspectivas que me são apresentadas, e esclarecer os pontos de vista de todos os intervenientes (alunos, Encarregados de Educação e professores). Também tento promover atividades (baseadas na análise justa de situações de conflito e na pedagogia de ajuda) perspetivando o desenvolvimento de um relacionamento franco, aberto e verdadeiro entre os alunos e entre estes e os professores.

No âmbito do cargo de relator, no processo de Avaliação de Desempenho de Docentes (exercido no biénio 2009/2011):

- Assisti a aulas, calendarizadas de acordo com a disponibilidade do colega docente (avaliado);
- Efetuei o preenchimento de um instrumento de registo – referenciado aos padrões do desempenho docente estabelecidos a nível nacional (Despacho n.º 16034-2010, de 22 de Outubro) e articulados com a Ficha de avaliação global do desempenho do pessoal docente (Anexo III do Despacho n.º 14420/2010, de 15 de Setembro) – resultante da observação das aulas e partilhei com o avaliado para reflexão conjunta;
- Analisei relatórios de autoavaliação (artigo n.º 17 do Decreto-Regulamentar n.º 2/2010, de 23 de Junho);
- Preenchi a proposta de ficha de avaliação global, atribuindo as menções qualitativas de Bom, Muito bom e Excelente, tendo em conta os padrões de desempenho docente;
- Justifiquei, perante a Comissão de Coordenação da Avaliação do Desempenho, as menções atribuídas.

No âmbito da minha participação como membro do Conselho Geral (artigo 17.º do Decreto-Lei n.º 75/2008, de 22 de Abril, republicado e alterado em anexo ao Decreto-Lei n.º 137/2012, de 2 de julho), intervenho no esclarecimento das orientações gerais estruturantes do funcionamento da escola (Projeto Educativo, Plano Anual de Atividades, Plano Financeiro, Orientações Pedagógicas, ...)